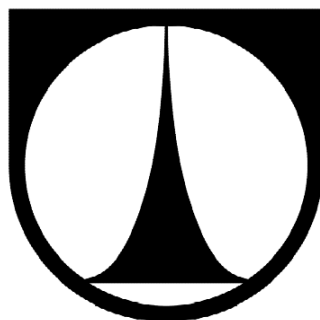


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013

Bc. Petr Hrdý

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta

Studijní program: N 6209 Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor: Manažerská informatika

**Standardizace datového formátu a struktury dat z výrobních zařízení na
utahování šroubových spojů a jejich vizualizace a dlouhodobá archivace
v síti ŠKODA AUTO a.s.**

**Standardization of data format and structure of data from production
facilities for tightening of screw connections, their
visualization and long term archiving in network of ŠKODA AUTO a.s.**

DP-EF-KIN-2013-05

Bc. Petr Hrdý

Vedoucí práce: doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D., katedra informatiky EF TUL

Konzultant: Ing. Vladimír Jaroš, GQA, ŠKODA AUTO, a.s.

Počet stran: 71

Počet příloh: 4

Datum odevzdání: 10. 5. 2013

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci,

.....

Petr Hrdý

Poděkování

Děkuji paní doc. Ing. Kláře Antlové Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, připomínky a metodickou pomoc, které mi pomohly při zpracování této diplomové práce.

Děkuji panu Ing. Vladimíru Jarošovi, zaměstnanci oddělení GQA společnosti ŠKODA AUTO, a.s., za poskytnuté informace, odborné vedení, cennou podporu a spolupráci při návrhu optimalizace procesu dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje a při standardizaci datového formátu.

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na optimalizaci procesu dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje a standardizaci datového formátu, ve kterém jsou exportovány naměřené hodnoty z výrobních zařízení ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. Teoretická část práce je věnována významu a hodnotě dat, informací a znalostí a určení vazeb, které mezi nimi působí. Také jsou zde diskutovány metody a přínosy automatizovaného sběru dat. Druhá část se zabývá pilotním projektem zaměřeným na optimalizaci sběru, zpracování, vizualizace a archivace výrobních dat z montážní linky na výrobní hale M1, která je určena k montáži vozu typu Fabia. Analýzou stávajícího stavu byly identifikovány hlavní problémy v oblasti dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje a byl navržen postup optimalizace s využitím Q-DAS ASCII® transfer formátu včetně zdůraznění přínosů.

KLÍČOVÁ SLOVA:

- Standardizace
- Datový formát
- ŠKODA AUTO a.s.
- Reporting
- Šroubové spoje
- Archivace dat

Annotation

This diploma thesis is focused on optimalization of documentation process of watched parameters for screw connections and standardization of data format. This format is used for exporting of measured values from manufacturing facilities in ŠKODA AUTO a.s. The theoretical part deals with a meaning and value of data, information and knowledge. There is clarified the link between these notions. Also there are described methods and contribution of automated data collecting. The second part deals with pilot project focused on optimalization of data processing, visualization and archiving on assembly line M1, which is determined for assembling of Fabia model. As the result of analysis, there were identified common problems in documentation process of watched parameters for screw connections. There was drafted optimalization process with using of Q-DAS ASCII® transfer format, with emphasis of benefits.

KEYWORDS:

- Standardization
- Data format
- ŠKODA AUTO a.s.
- Reporting
- Screw connections
- Data archiving

Obsah

Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
Anotace	7
Annotation.....	8
Obsah.....	9
Seznam obrázků	11
Seznam tabulek	12
Seznam zkratk a symbolů.....	13
Úvod.....	14
1 Teoretická část.....	16
1.1 Literární řešerše.....	16
1.2 Data, informace a znalosti.....	18
1.2.1 Data	18
1.2.2 Informace	19
1.2.3 Znalosti.....	20
1.3 Automatický sběr dat	22
1.3.1 Postup zavádění automatizovaného sběru dat	23
1.3.2 Proč data automaticky sbírat	24
1.3.3 Jaká data lze automaticky sbírat?	26
1.3.4 Technologie automatického sběru dat.....	27
1.4 Elektronická výměna dat.....	29
1.4.1 Parametry elektronické výměny dat	29
1.5 Datové formáty.....	30
1.5.1 Využití datových formátů.....	31
1.6 Statistické řízení procesu (Statistical Process Control).....	31
1.6.1 Variabilita vyvolaná náhodnými příčinami	32
1.6.2 Variabilita vyvolaná vymežitelnými příčinami	33
1.6.3 Fáze SPC	34
1.6.4 Regulační diagram.....	35
1.7 Zálohování a archivace dat.....	37
1.7.1 Zálohování dat.....	37
1.7.2 Archivace	37

1.8	Nástroje business intelligence	39
1.8.1	Aplikace pro ukládání dat	40
2	Praktická část	44
2.1	Společnost ŠKODA AUTO a.s.	45
2.2	Závazné předpisy pro výrobu automobilů.....	46
2.2.1	EHK předpisy	46
2.2.2	PDM	46
2.2.3	Koncernové normy VW	47
2.3	Proces montáže náprav.....	48
2.3.1	Kategorizace šroubových strojů	48
2.3.2	Průběh utahování šroubových spojů.....	52
2.3.3	Dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje na montáži náprav	53
2.3.4	Dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje na dalších montážních pracovištích	58
2.3.5	Zhodnocení stávajícího procesu dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje na montáži náprav	59
2.3.6	Zhodnocení stávajícího stavu dokumentace sledovaných parametrů na dalších montážních pracovištích.....	61
2.3.7	Hlavní příčiny nedostatků v oblasti dokumentace sledovaných parametrů.	65
3	Optimalizace řešení	68
3.1	Standardizace technického zadání z hlediska datového formátu	68
3.1.1	Programy pro statistické řízení procesu a vizualizaci dat od společnosti Q-DAS ...	68
3.2	Definování požadovaných technických parametrů na výrobní zařízení.....	72
3.3	Standardizace reportů.....	74
3.4	Standardizace masek	77
3.5	Specifikace parametrů určených k dlouhodobé archivaci	79
3.6	Očekávaný následný postup	80
3.7	Přínosy optimalizovaného řešení	81
	Závěr	83
	Citovaná literatura.....	85
	Bibliografie	88
	Seznam příloh.....	89

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Data, znalosti, informace.....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 2: Příklad statistické regulace procesu.....</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 3: Příklad PDM listu.....</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 4: Příklad šroubových spojů</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 5: Kategorizace šroubových spojů.....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 6: Průběh utahování šroubových spojů</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 7: Stávající způsob pořizování, zpracování a archivace dat na montáži náprav .</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 8: Moby nosič umístěný na střeše automobilu</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 9: Software ToolsNet.....</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 10: Struktura souborů v Q-DAS ASCII® transfer formát.....</i>	<i>71</i>
<i>Obrázek 11: Návrh standardizovaného reportu pro jeden spoj</i>	<i>76</i>
<i>Obrázek 12: Návrh standardizovaného reportu pro souhrnnou zprávu za více spojů.....</i>	<i>77</i>
<i>Obrázek 13: Maska dílu s K-klíči</i>	<i>78</i>
<i>Obrázek 14: Maska dílu s názvem K-klíčů</i>	<i>78</i>
<i>Obrázek 15: Archivace dat v systému CMOD.....</i>	<i>79</i>

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Data, Informace, Znalosti</i>	<i>22</i>
<i>Tabulka 2: Porovnání dat v elektronické a papírové podobě</i>	<i>39</i>
<i>Tabulka 3: Výhody a nevýhody datového skladu.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 4: Výhody a nevýhody datového tržiště</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 5: Požadavky na šroubové spoje dle kategorií.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabulka 6: Průběh utažení šroubového spoje</i>	<i>53</i>
<i>Tabulka 7: Porovnání nasazení IS, SW dle různých výrobních míst.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabulka 8: Rozdělení K-klíčů</i>	<i>72</i>
<i>Tabulka 9: K-klíče pro masku dílu</i>	<i>73</i>
<i>Tabulka 10: K-klíče pro masku znaku</i>	<i>73</i>
<i>Tabulka 11: K-klíče pro masku hodnot</i>	<i>74</i>

Seznam zkratek a symbolů

BI	Business intelligence
CMOD	Archivační systém společnosti ŠKODA AUTO a.s.
CODE39	Standard čárového kódu
EAN13	Standard čárového kódu (European Article Number 13)
EAN8	Standard čárového kódu (European Article Number 8)
EDI	Elektronická výměna dat (Electronic Data Interchange)
EHK	Evropská hospodářská komise
ERP	Enterprise Resource Planning
GQA	Oddělení ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.
ITV	Viditelnost sledovaných prvků v reálném čase (In-transit visibility)
JIT	Logistická metoda (Just in Time)
M2	Označení montážní haly vozu Fabia
ODS	Operativní datová úložiště (Operational data store)
PLC	Programovatelný logický automat (Programmable Logic Controller)
RFID	technologie automatické identifikace (Radio Frequency Identification)
SPC	Statistické řízení procesu (Statistical Process Control)
SQC	Statistické řízení kvality (Statistical Quality Control)
SWOT	Metoda analýzy silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb
USB	Univerzální sériová sběrnice (Universal Serial Bus)
VIN	Identifikační číslo automobilu (Vehicle identification number)
VW	Volkswagen

Úvod

Celý svět od roku 2009 bojuje s ekonomickou krizí. I přes zavedení různých opatření se stále potýkáme s jejími důsledky, které se projevují především na evropských trzích. Jedna z nejvíce zasažených oblastí je strojírenství, zejména pak automobilový průmysl. Většina z evropských automobilek čelí klesající poptávce po jejich produkci, což se pochopitelně negativně projevuje na hospodářských výsledcích jednotlivých společností. Dochází ke zvyšování již tak vysoké konkurence, kterou ještě přirostávají někteří nově etablovaní asijské výrobci automobilů. Ti prozatím nemohou konkurovat kvalitou své produkce. Nízké výrobní náklady jim však dovolují produkovat výrobky schopné konkurovat cenou. Boj o zákazníka je tak tvrdší, než kdykoliv předtím. Ten se pochopitelně snaží získat co možná nejvyšší kvalitu za co možná nejnižší pořizovací cenu. Automobilky na požadavky zákazníka musí reagovat a přizpůsobit tomu svoji výrobní strategii.

Současný trend v automobilovém průmyslu velí vyrábět s minimálními náklady. Společnosti tak musejí hledat oblasti, kde se dá ušetřit bez dopadu na kvalitu produkce. Jednou z cest je analýza stávajících výrobních procesů, identifikace slabých míst a eliminace jejich příčin. Jedním z hlavních předpokladů k úspěšnému dosažení uvedených cílů je využití dat z výrobních procesů a jejich transformace na informace a znalosti. Výrobní data jsou zdrojem informací o aktuálním stavu produkce, na základě kterých jsou činěna strategická rozhodnutí.

Výroba automobilu je velmi komplikovanou činností a dělí se do mnoha dílčích procesů, které jsou vzájemně provázány. Jednotlivé procesy jsou potencionálním zdrojem dat, která charakterizují výrobu. Jejich získání a zpracování vyžaduje využití moderní výpočetní techniky, která musí být uzpůsobena pro zpracovávání velkého množství dat.

Pro psaní této diplomové práce jsem využil možnosti absolvovat roční praxi ve společnosti ŠKODA AUTO a.s., na oddělení GQA – Strategie QM a řízení kvality, a navázat tak na mouj předchozí praxi z bakalářského studia. Hlavním důvodem byla snaha rozšířit své znalosti a zkušenosti v oblasti zpracování výrobních dat a řízení jakosti, neboť bych se rád po dokončení studia v této oblasti realizoval. Náplní oddělení GQA je systémové řízení

a audit kvality, zavádění a podpora metod kvality pro zpracování požadavků zákazníků, tvorba a optimalizace kontrolní karty vozu, správa systémů řízení kvality, optimalizace sběru, vizualizace a archivace výrobních dat.

Hlavním cílem této diplomové práce je návrh aplikace standardizovaného datového formátu a struktury dat z výrobních zařízení na utahování šroubových spojů a jejich vizualizace a dlouhodobá archivace v síti ŠKODA AUTO a.s. První část je zaměřena na obecnou problematiku automatizovaného sběru dat a na možnosti jeho využití.

Druhá část je věnována dokumentaci sledovaných parametrů pro šroubové spoje ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. Hodnotí stávající způsob dokumentace sledovaných parametrů a identifikuje jeho hlavní nedostatky.

Třetí část řeší standardizaci datového formátu a návrh datové struktury pro exportovaná data z výrobních zařízení. Zároveň jsou zde navrženy možnosti využití standardizovaného datového formátu.

1 Teoretická část

1.1 Literární rešerše

Při snaze optimalizovat a standardizovat určitý proces je vhodné využít již získané znalosti a zkušenosti z obdobných procesů. Opakované užívání znalostí vede ke zrychlení práce, zkracování vývojového cyklu, identifikaci nových příležitostí, zvyšování kvality, zvyšování objemu nebo počtu obslužených zákazníků. Opakovaným užíváním znalostí se zabývá knowledge management.

Ve druhé polovině 20. století dochází k rozvoji v oblasti informačních technologií. Znalosti již hrají značnou roli v podnikatelské oblasti a vzniká potřeba umět je řídit a pracovat s nimi. Tuto potřebu zmiňuje japonský konzultant Kenichi Ohmae, který považuje znalosti za stavební kámen rodící se ekonomiky. Rakouský ekonom Fridrich von Hayek považuje znalosti za nejdůležitější aktivum firmy. Peter F. Drucker ve své knize „Postkapitalistická společnost“ hovoří o znalostech jako o zdrojích, které budou pro budoucnost zcela zásadní [1]. Drucker již v roce 1956 hovoří o znalostním pracovníkovi [1].

V roce 1986 byl poprvé zmíněn termín Knowledge management. Karl Wiig jej použil na konferenci v Curychu. Ve stejném roce použil stejný termín Karl Erik Sveiby ve své první knize „Knowledge companies“. Oba jsou považováni za otce knowledge managementu. V roce 1995 byla publikována kniha japonských autorů Nonaka a Takeuchi. Ti se zabývali příčinou úspěchu japonských firem zaměřených na automobilový a elektronický průmysl. Dospěli k názoru, že úspěch vychází z inovativních činností, kdy jsou neustále vytvářeny nové znalosti a zdokonalovány ty původní [2]. Dalším významným odborníkem na knowledge management je Peter Senge. Ten poprvé zavádí pojem „učící se organizace“. Senge uvádí, že jedinou konkurenční výhodou, kterou může organizace získat, je schopnost učit se rychleji než konkurence [3].

“

Mezi české odborníky na knowledge management patří Jan Truneček. Ten definuje knowledge management takto: [4 str. 5], „*Obecně se chápe jako proces systematického hledání a aktivního řízení a formování znalostí organizace, který se zabývá jak stavem, tak*

pohybem znalostí. Stav je prezentován odborností lidí, pohyb představuje způsoby, jakými se znalosti sdílejí.“

Dalším významným českým představitelem knowledge managementu je Ludmila Mládková. Ta se stejně jako Drucker pohlíží na pracovníka jako na nositele znalosti. [5 str. 1], *„Znalostní pracovník je člověk, jehož práce je z větší části založena na práci se znalostmi. Znalostní pracovník má specifickou znalost nebo soubor znalostí, které jsou pro organizaci důležité a které si organizace nemůže opatřit jinak než pomocí tohoto nebo jiného znalostního pracovníka.“*

Vladimír Bureš se zabývá využíváním znalostí z hlediska organizační úrovně. Znalostní management definuje jako [6 str. 64], *„způsob manažerského přístupu k vedení organizace, tvorby prostředí v organizaci a dosahování podnikových cílů, spočívající ve sladění organizačních procesů s procesy znalostními, a to prostřednictvím znalostních zdrojů a pomocí vhodných metod, technik a nástrojů.“*

Odborník na vzdělávání zaměstnanců František Hroník považuje knowledge management za nástroj, který firmám může přinést významnou konkurenční výhodu [7].

Znalosti se pro společnost stávají stále důležitějšími. Předpokladem prosperity společnosti je využití vlastního know-how. Z tohoto důvodu je nezbytné investovat prostředky do knowledge managementu. Je třeba uvědomit si, že přínosy knowledge managementu se mohou projevit až po rozvinutí iniciativy do procesů do organizace. Stejně jako u jiných programů změny je důležité zajistit podporu vyššího vedení. Knowledge management by měl být chápán jako dlouhodobý proces a jeho přínosy je třeba uvažovat i mimo ekonomickou oblast.

1.2 Data, informace a znalosti

Průmyslová výroba přináší obrovské množství dat jak z oblasti výroby, tak i z logistiky, marketingu atd. Tato data mohou poskytnout velká množství informací, na jejichž základě jsou tvořena strategická rozhodnutí.

V běžné konverzaci se často setkáváme s pojmy „data“, „informace“ a „znalost“. Obvykle mezi těmito výrazy nečiníme velké rozdíly a považujeme je za synonyma. Z odborného hlediska se však jedná o odlišné pojmy, mezi kterými však existují určité vazby.

1.2.1 Data

Nejčastěji jsou data popisována jako libovolná posloupnost znaků. Nemusí se však jednat o bity, resp. bajty. Posloupnosti mohou obsahovat řetězce libovolných znaků, přičemž nemusí být znám jejich význam. Hořejší poukazuje na skutečnost [8], že data jsou spojována se světem, který je měřitelný, vážitelný či počítatelný. Zároveň upozorňuje na možnosti jejich pořízení, kdy se výsledky měření, vážení, či počítání převádějí do formalizovaného tvaru pomocí předem stanoveného vzorce.

Z hlediska možnosti práce s daty jsou vymezeny dvě skupiny:

Strukturovaná data zachycují fakta, atributy, objekty atd. Hlavním rysem je existence určitých elementů dat. Příkladem může být ukládání dat s využitím relačních databázových systémů. Využívá se hierarchie elementů pole – záznam – relace – databáze. Strukturované uložení umožňuje vybírat pouze potřebná data dle zvoleného atributu. Příkladem atributu je VIN kód. Jedná se o jednoznačný, mezinárodně uznávaný identifikátor automobilu, obvykle vyražený do karoserie automobilu.

Nestrukturovaná data jsou vyjádřena jako tok bytů, přičemž nejsou nijak dále rozlišena. Může jít například o zvukové záznamy, či textové dokumenty. Problémem je jejich složité vyhledávání. Z tohoto důvodu jsou doplňována o data strukturovaná. Příkladem může být doplnění hudebního záznamu o jeho název.

Sklenák definuje data jako [9 str. 2] „*tvar množného čísla latinského slova datum, které lze vytvořit jako něco daného a které bylo původně odvozeno z příčestí minulého slova dare, tedy dát. V kontextu klasické počítačové vědy se s pojmem data vždy používal jako označení pro čísla, text, zvuk, obraz, popř. jiné smyslové vjemy reprezentované v podobě vhodné pro zpracování počítačem.*“

1.2.2 Informace

S pojmem informace se můžeme setkat velmi často a to v různých oborech. To je také důvod existence mnoha odlišných definic. Kučerová charakterizuje informaci jako údaj popisující reálné prostředí, jeho stav a procesy v něm probíhající [10]. Jiné definice informace jsou spojovány s daty. Samotná data nenesou žádnou informaci. Ta vzniká až v důsledku interpretace dat a přisouzení jim určitého významu. Jaroslav Hořejší říká [8], že o informaci lze hovořit až v okamžiku, kdy jsou data či jiné údaje zřetězeny ve smysluplné celky, které získávají význam v určitém kontextu.

Vodáček a Rosický uvádějí [11 str. 65], že „*Informace je výsledkem interpretace dat na základě individuálních schopností, hodnot a znalostí. Přitom znalosti jsou výsledkem aktivního učení se („learning“). K pochopení informačních procesů je porozumění pojmu „znalosti“ („knowledge“) nezbytným předpokladem.*“

1.2.2.1 Hodnota informace

V souvislosti s informacemi se také hovoří o jejich hodnotě. Tu informace získává až v okamžiku, kdy je interpretována. V případě, že příjemce dat nemůže informaci interpretovat, pak pro něj nemá žádnou hodnotu.

Sklenák definuje hodnotu informace [9 str. 3], jako „*součást procesu transformace dat na informace, proto má subjektivní charakter. Hodnota informace nemá přímou souvislost s případnou cenou dat. Data jsou jen nositeli potencionální hodnoty, jako taková také mohou být i předmětem obchodování. Data mohou být mnohdy nakupována za cenu nemalých nákladů. Teprve až v okamžiku použití se může ukázat jejich nepoužitelnost (např. z důvodu nepřesností, neúplnosti či neaktuálnosti apod.). Proto taková data příjemci nepřinášejí žádnou informaci, a tedy ani hodnotu.*“

1.2.2.2 Informační přesycení

Současný trend usilující o maximální efektivnost výroby v minimálním čase vytváří potřebu umět správně najít, analyzovat a užívat informace. Ty však vznikají velmi rychle a v objemech, které člověk není schopen zpracovat a porozumět jim. Tento problém je obecně označován jako informační přesycení. Důsledkem informačního přesycení je neschopnost správně definovat klíčové parametry, podle kterých mají být vytěženy potřebné znalosti z velkého kvanta informací. Možnými důsledky informačního přesycení jsou:

- Neschopnost porozumět všem dostupným informacím
- Příjemce informací se cítí být jimi zavalen
- Neschopnost identifikovat, zda a které informace existují

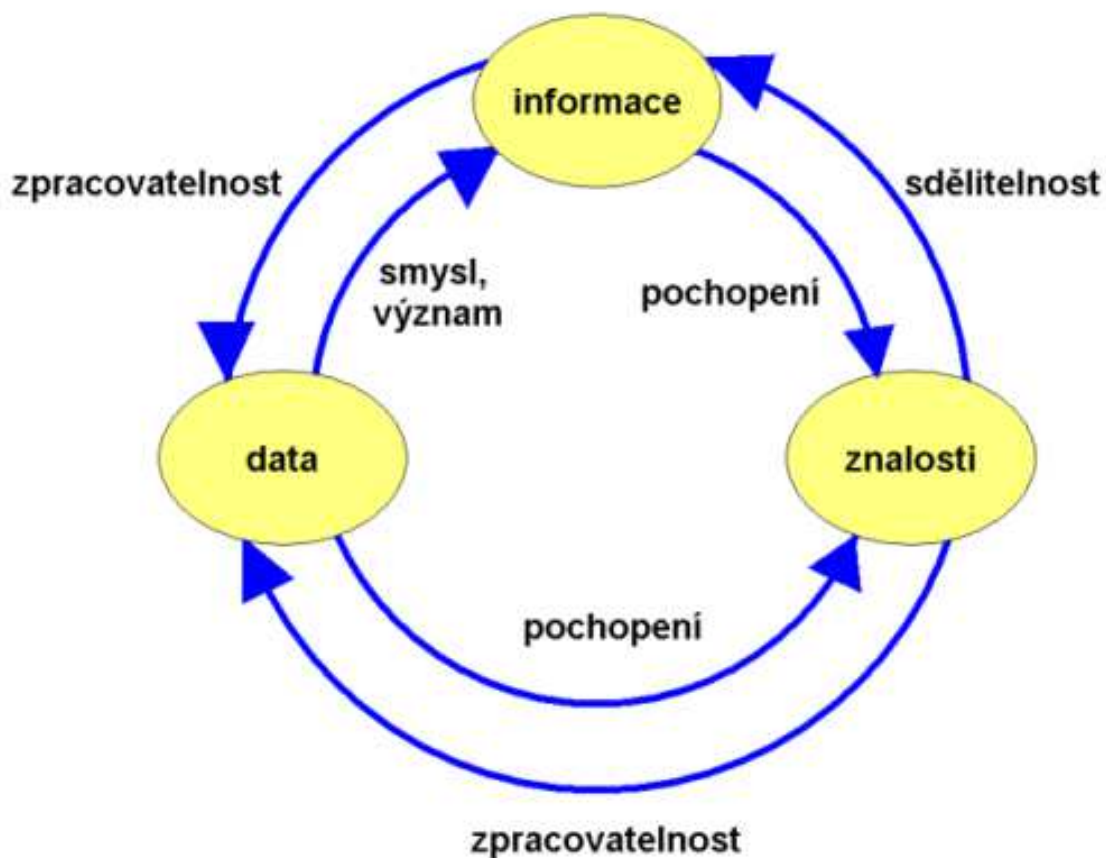
1.2.3 Znalosti

S pojmem informace jsou spojovány znalosti, jakožto forma abstrakce a generalizace. Na základě znalostí jsme schopni myšlenkového pozorování a experimentování. Díky tomu lze předpovídat běh událostí, jejich pravděpodobnost, či vytvářet strategie se snahou dosáhnout požadovaného cíle. Sklenák definuje znalost takto: [9 str. 4], „*Znalostí se rozumí vzájemně provázané (měnitelné, rozšiřitelné) struktury souvisejících poznatků. Znalost něčeho znamená jejich reprezentaci v podobě kognitivního modelu, včetně schopnosti provádět s nimi různé kognitivní operace. Na základě těchto operací dokáže člověk předvídat, co se může v reálném světě stát.*“ Hořejší poukazuje na znalosti jako na třetí stupeň informační hierarchie, kdy lidský mozek dokáže z dostupných dat a informací generovat zcela nové [8].

Awad popisuje vztah mezi daty, informacemi a znalostmi z hlediska rozhodovacího procesu [12 str. 63], „*Knowledge, not information, can lead to a competitive advantage in business. Information is thus closer to decision-making process than is data.*“

Překlad citace: „Znalosti, ne informace, mohou vést k získání konkurenční výhody v podnikání. Informace je tedy blíže k rozhodovacímu procesu, než jsou data.“

Na obrázku *Obrázek 1* jsou zachyceny vztahy mezi daty, informacemi a znalostmi. V tabulce *Tabulka 1* jsou zachyceny rozdíly mezi daty, informacemi a znalostmi.



Obrázek 1: Data, znalosti, informace

Zdroj: <http://web.sks.cz/users/ku/ZIZ/inform1.htm>

Tabulka 1: Data, Informace, Znalosti

	Data	Informace	Znalosti
	Jakékoli vyjádření (reprezentace) skutečnosti, schopné přenosu, uchování, interpretace, či zpracování		To, co jednotlivec vlastní (ví) po osvojení dat a informací a po jejich začlenění do souvislostí - to, co JÁ vím Výsledek poznávacího procesu, předpoklad uvědomělé činnosti
účel	přenášet a zpracovávat odraz skutečnosti	snížit entropii	porozumět skutečnosti
úroveň	technologická (syntaktická)	obsahová (sémantická)	užitná (pragmatická)
vztah obsah forma/	forma	obsah i forma	obsah
souvislost s ostatními termíny (kontext)	"surovina", z níž se tvoří informace a/nebo znalost zpracovatelné informace a/nebo znalosti	data, která mají smysl (význam) sdělitelné (komunikovatelné) znalosti "surovina" z níž se tvoří znalosti	informace a/nebo data, jež umíme použít informace a/nebo data začleněná do souvislostí

Zdroj: <http://web.sks.cz/users/ku/ZIZ/inform1.htm>

1.3 Automatický sběr dat

Výroba nového automobilu, od prvotního lisování plechů karoserie až po provedení výstupních zkoušek, trvá přibližně dva dny. Během této doby je u jednoho automobilu provedeno několik stovek výrobních operací, z nichž každá je zdrojem mnoha dat.

Je zřejmé, že není možné data zaznamenávat ručně, ale že je nutné tento proces provádět automaticky. Řešením bývá vybudování informačního systému, který bude řídit automatický sběr dat. Mnohdy ale společnosti budují informační systém, aniž by bylo jasné definováno, co je od něj očekáváno a co by měl umět. V důsledku toho vznikají systémy, které neodpovídají představě a nesplňují očekávání. Často pak vzniká situace, kdy informační systém více zaměstnává, než pomáhá, a přínosy automatizace jsou nulové. Příkladem jsou výrobní zařízení exportující naměřené hodnoty v dlouhých časových

intervalech. Data se do systému dostanou s mnohahodinovým zpožděním, kdy už mají jen evidenční hodnotu a nemohou být užita pro reálné ovlivnění výrobního procesu.

Základním předpokladem automatizovaného sběru dat je postavení zaměstnanců a uživatelů do role kontrolorů, zatímco sběr dat ve výrobě je řízen výpočetním zařízením v reálném čase. Stupeň automatizace se obvykle liší v závislosti na charakteru výroby a na velikosti firmy. Zatímco menší výrobní organizace musí zvážit, zda je pro ně přínosné, s ohledem na množství a povahu své produkce, zavést automatizovaný sběr dat, velké společnosti s celopodnikovými informačními systémy budou využívat převážně vysokého stupně automatizace. Čaha říká [13], že *„Automatizace v rámci informačního systému nikdy nebude úplná. Její poměr se bude měnit podle počtu zúčastněných výrobních pracovníků a počtu na lidském prvku nezávislých snímacích čidel.“* Nejvyšší možný dosažitelný stupeň, kterého lze u automatizace dosáhnout, je úplné vyloučení lidského faktoru z procesu sběru a získávání dat.

1.3.1 Postup zavádění automatizovaného sběru dat

Stejně tak jako většina procesů optimalizace, je zavádění automatizovaného sběru dat poměrně komplikované a vyžaduje dodržování předem rozmyšleného a připraveného postupu. Jednotlivé optimalizační procesy se od sebe liší v závislosti na rozsahu, technických podmínkách, rozpočtu, požadavcích atd. Obecně je však možné definovat několik kroků, které je třeba učinit pro dosažení požadovaného cílového stavu.

Identifikace důvodu pro zlepšování: Jako první krok je nutné definovat důvody pro provedení zlepšení. Rozhodnutí o potřebné modifikaci stávajícího procesu by mělo být podepřeno argumenty dokládajícími nezbytnost optimalizace současného řešení. Může se jednat o výsledky monitorování výkonnosti procesu nebo jeho porovnání s procesem optimalizovaným, který je již nasazen v jiné oblasti.

Zhodnocení současného stavu: Stávající proces je podroben důkladné analýze, popsán z hlediska efektivnosti a jsou charakterizovány vyskytující se problémy. Také jsou definovány silné a slabé stránky současného stavu. K tomu nám může pomoci např. SWOT

analýza, díky které je možné ujasnit si, co bychom rádi z procesu zachovali a co je naopak potřeba změnit.

Provedení analýzy: U zjištěných slabých stránek či problémových oblastí je třeba identifikovat jejich možné příčiny. V některých případech se jedná o snadný krok a příčiny mohou být evidentní. Mnohdy je ale proces nutné rozdělit na jednotlivé části a ty řešit samostatně.

Identifikování možných řešení: Následným krokem je návrh možných variant řešení. Ty jsou na základě správně zvolené metody podrobeny hodnocení. Následně je vybrána ta nejvhodnější s cílem odstranit základní příčiny problému a zabránit jejich opětovnému výskytu.

Uplatňování a standardizace nového řešení: Na základě předchozích kroků je realizováno navrhované řešení a starý proces je nahrazen novým.

Hodnocení efektivnosti a účinnosti procesu s ukončeným opatřením pro zlepšování: Po vhodně zvolené době je třeba provést hodnocení efektivnosti a účinnosti nového řešení a porovnat jej s původním stavem. V případě splnění stanovených cílů je zvažována možnost využití nově upraveného procesu i v dalších oblastech organizace.

1.3.2 Proč data automaticky sbírat

Jak již bylo uvedeno, data se pro nás stávají informací, pokud z nich jejich příjemce získá přidanou hodnotu. Dochází tedy k růstu informovanosti. Dnešní technologie nám ve velkých výrobních podnicích umožňují sbírat statisíce hodnot za sekundu. Je nutné položit si základní otázku, zda všechna tato data potřebujeme a umíme je zpracovat do podoby, ve které se dají vyhodnotit a mohou nám tak posloužit jako podpora při procesu rozhodování.

Automatický sběr dat je možné uplatnit v mnoha oblastech výrobního podniku. Přínosy se pak rozlišují na základě toho, kde byl automatický sběr dat použit. Za největší přínosy jsou považovány:

On-line přehled o stavu zásob: Většina velkých výrobních podniků má propracovaný logistický systém, kdy nedrží velké množství zásob výrobního materiálu ve skladech, ale využívá logistických metod, jako je např. Just in time.

Just in time je jednou ze základních metod řízení logistiky. Cílem je řídit logistické toky tak, aby byly minimalizovány dopravní a skladovací náklady. V reálném prostředí to znamená dodávat potřebný materiál a zboží přímo na výrobní linku bez nutnosti dočasného uskladnění. Redukují se potřebné kapacity skladovacích prostor, a dochází ke snížení nákladů za spotřebované energie, provoz skladovací techniky, mzdy zaměstnanců atd. Přínos této metody je zřejmý. Na druhou stranu je její účinnost přímo závislá na přenosu a poskytování informací v reálném čase.

Přehled o výrobních zařízeních: Výrobní zařízení neexportují pouze data o probíhajících výrobních operacích, ale také o svém technickém stavu. Včasná identifikace případné poruchy, informace o potřebě seřízení nebo výměně součástky, může značně snížit náklady na opravu i zkrátit potřebný čas nezbytný k jejímu provedení.

Přehled o stavu výroby: On-line sbíraná, vyhodnocovaná a vizualizovaná data mohou poskytnout informace o průběhu aktuální výroby. Zároveň je možné tato data agregovat do sumarizujících přehledů o výrobě, např. za den, směnu atd.

Dlouhodobé sledování a regulace výrobního procesu: Z dlouhodobého hlediska je možné provádět „offline“ analýzy dat. Pokud jsou data zpracovávána a vyhodnocována pomocí vhodného software, je možné sledovat průběh výrobních operací a identifikovat vlivy na ně působící. Dalším přínosem je možnost porovnávat různé hodnoty dle mnoha kritérií. Příkladem je porovnání výkonnosti zařízení na několika montážních linkách.

Splnění zákonných povinností: Z důvodu možných reklamací je nutné sbírat a archivovat data o správném provedení výrobní operace. Tato data pak mohou posloužit jako potvrzení o správném provedení výrobních operací dle předpisů.

Krátkodobé sledování a regulace výrobního procesu: Pokud jsou dostupná data o jednotlivých fázích výroby, je možné sledovat, jak se proces vyvíjí vzhledem ke stanoveným tolerančním mezím. V případě, že dojde k odchylce ve výrobním procesu, je možné rychle identifikovat možnou příčinu a zavést potřebná opatření. Příkladem může být zásah do tolerančních mezí v případě změny šarže užívaných šroubů v průběhu výrobní operace.

1.3.3 Jaká data lze automaticky sbírat?

Výrobní proces zahrnuje velký počet operací. Většinu z nich je možné sledovat a pořizovat o nich záznamy pomocí automatického sběru dat. Jedná se o tyto oblasti:

Data o výrobě: Jedná se o data pro tzv. odvádění výroby. Charakteristickým zástupcem jsou data o počtu vyhotovených výrobků, počtu uskladněných kusů či o množství spotřebovaných surovin, součástek apod.

Technologická data: Do této skupiny jsou zahrnuta veškerá data o stavu výrobní technologie a prostředí, ve kterém byla výrobní operace vykonána. Příkladem jsou údaje o teplotě, tlaku, vlhkosti atd.

Data o prostojích: Pro tuto skupinu jsou charakteristické údaje o výrobních zařízeních. Spadají sem informace o aktuálním stavu zařízení, zda je či není v provozu, případně jaká je příčina nečinnosti přístroje, jaké je procentuální vytížení zařízení, jaká je rychlost výrobního toku atd. V některých pramenech jsou tato data zahrnuta do skupiny technologických dat.

Data o kvalitě: Jedná se o data, která jsou zaznamenávána v průběhu procesu výroby a která popisují jednotlivé výrobní operace. S rozvojem technologií je stále více využíváno možnosti automatického sběru dat, avšak i nadále obecně převládá ruční záznam vstupů. Prioritou a cílem je automatické ukládání výsledků z různých měření v průběhu výroby.

Data o pohybu materiálu: V současné době se jedná o nejrychleji rozvíjející se oblast automatického sběru dat. Důvodem toho je rozšíření nových technologií, jako jsou RFID

čipy či bezdrátové čtečky čárových kódů. Příkladem nasazení technologie RFID je automatické předávání informací o průchodu výrobků a materiálu přes kontrolní bod.

Data o nevýrobních aktivitách: Tato data zachycují činnosti, které přímo nesouvisí s výrobou. Příkladem může být záznam dat o technologických kontrolách výrobního zařízení.

1.3.4 Technologie automatického sběru dat

Technologie automatického sběru dat jsou stále inovovány a zároveň jsou vyvíjeny nové. Mezi nejznámější pak patří čárové kódy či RFID technologie. Další možností je přímé napojení výrobního zařízení do informačního systému společnosti.

Čárové kódy

Čárové kódy jsou nejrozšířenější technologií automatické identifikace. Její výhody spočívají v přesnosti. K chybnému zadání dat dochází průměrně v jednom případě z milionu. Další výhodou je rychlost pořízení dat z čárového kódu nebo možnost využití v různých podmínkách, jako jsou například extrémní teploty. Poslední výhodou je zajištění ceny, neboť pořizovací náklady na papír, coby záznamové médium, jsou v porovnání s dalšími médii zanedbatelné.

Čárový kód je složen ze světlých a tmavých mezer. Ty jsou zaznamenávány laserovým snímačem, který vyzařuje červené světlo. Rozdíly v reflexi čar jsou převáděny na elektrické signály. Ty jsou pak dále převáděny na data odpovídající čárovému kódu. Typů čárových kódů existuje celá řada. Nejznámější jsou standardy EAN 13 a EAN 8, které jsou určeny pro identifikaci zboží v obchodních sítích. V automobilovém průmyslu je nejčastěji používán standard CODE 39.

Radio Frequency Identification (RFID)

Technologie RFID je považována za přímého následovníka čárových kódů. [14] „Radiofrekvenční systém identifikace je moderní technologie identifikace objektů pomocí radiofrekvenčních vln. Tento systém lze úspěšně nasadit v mnoha odvětvích

a oblastech, kde je kladen důraz na co nejrychlejší a přesné zpracování informací a okamžitý přenos těchto načtených dat k následnému zpracování.“

Technologie RFID využívá čipů - tagů, do kterých jsou ukládány informace v elektronické podobě. Ty je možné následně načítat a přepisovat pomocí radiofrekvenčních vln. Čtecí zařízení jsou schopna načíst až několik stovek tagů za minutu. Největším přínosem RFID technologie je možnost bezkontaktního čtení a zapisování na vzdálenost několika metrů, a to i v případě, kdy není zajištěna přímá viditelnost. Další výhodou spočívá v možnosti mnohonásobného přepisu informace v průběhu výrobního cyklu. Oproti čárovému kódu je nevýhodou vysoká cena.

Sweeney popisuje RFID takto: [15 str. 9], *“RFID is a very valuable business and technology tool. It holds the promise of replacing existing identification technologies like the bar code. RFID offers strategic advantages for business because it can track inventory in the supply chain more efficiently, provide real-time in-transit visibility (ITV), and monitor general enterprise assets.”*

Překlad citace: *„RFID je velmi užitečným obchodním a technologickým nástrojem. Je příslibem nahrazení stávajících identifikačních technologií, jako je čárový kód. RFID nabízí strategické výhody pro podniky, protože umožňuje inventarizaci v zásobovacím řetězci s větší efektivitou, poskytuje viditelnost sledovaných prvků v reálném čase (ITV) a monitoruje podnikový majetek“.*

Automatický sběr dat pomocí výrobního zařízení

Většina průmyslových výrobních zařízení disponuje v dnešní době rozhraním, které umožňuje zaznamenávat, vyhodnocovat a exportovat naměřené hodnoty pro danou výrobní operaci. Zařízení jsou obvykle vybavena vlastním datovým úložištěm, které má omezenou datovou kapacitu. Zde jsou naměřené hodnoty dočasně ukládány. Doba uložení může být definována přesným časovým intervalem či může být omezena maximálním povoleným počtem záznamů. Data jsou cyklicky zasílána do centrálního úložiště, např. do databáze. Po úspěšném přenosu dat dochází k vyprázdnění datového úložiště na zařízení. Předpokladem pro toto řešení je fyzické zasíťování daného výrobního zařízení. V případě,

kdy zařízení není zasíťováno, je možné přenášet data manuálně, např. pomocí USB disku. Toto řešení však rozhodně nelze považovat za automatizaci.

1.4 Elektronická výměna dat

Jednou ze zásadních technologií komunikace ve výrobním podniku je elektronická výměna dat. Jedná se o automatickou výměnu strukturovaných dat, která je prováděna mezi dvěma, nebo více systémy.

Automobilový průmysl je často užívaným příkladem důležitosti elektronické výměny dat. Společnosti vyrábějící automobily patří mezi největší. Sekáváme se u nich s vysokým stupněm provázanosti užívaných systémů, a to jak v rámci jedné firmy, tak v návaznosti na dodavatele, odběratele atd. Velké výrobní firmy často disponují dominantní silou, kterou uplatňují vůči svým dodavatelům. Ta se projevuje nejen schopností vyjednat výhodné ceny za dodávané zboží či materiál, ale také firmám umožňuje stanovit termíny dodávek materiálu přesně dle vlastních potřeb. Typickým příkladem zásobování firmy dle potřeb je využití logistické metody Just in time.

1.4.1 Parametry elektronické výměny dat

Tvrdíková definuje EDI jako elektronickou výměnu strukturovaných a standardizovaných zpráv mezi dvěma aplikacemi dvou nezávislých subjektů [16].

EDI musí splňovat některé charakteristiky z hlediska zajištění bezpečnosti:

Integrita: Je nutné zajistit, aby zpráva nebyla během přenosu pozměněna, případně je potřeba změnu odhalit. Zároveň je třeba zajistit doručení zpráv ve správném pořadí.

Autenticita: Při elektronické výměně dat je nutné identifikovat osobu, která zprávu odeslala. Znamená to zajištění důvěryhodnosti zprávy, tj. ověření, že zpráva je původní a nebyla nijak modifikována, či nahrazena.

Důvěrnost zprávy: Důvěrnost zprávy obnáší zajištění obsahu zprávy před nepovolanými osobami.

Pro využití informací v reálném čase je nutné zajistit, aby systémy EDI byly zcela provázány s výrobními, logistickými, distribučními a finančními ERP systémy výrobců a dodavatelů. Integrace EDI a ERP systémů je v mnoha případech velice komplikovaná a často je obtížné ji realizovat. Hlavním důvodem jsou odlišná systémová rozhraní systémů, které spolu nedokážou komunikovat. Tvrdíková poukazuje na problém v mnoha průmyslových odvětvích, kde je složité definovat standardizované datové struktury [16].

1.5 Datové formáty

Datovým formátem rozumíme způsob, jakým jsou prezentovány určité informace v elektronické podobě. V minulosti byly datové formáty často proprietární a k danému formátu dokumentace buď neexistovala, nebo nebyla přístupná. Práce s daty v jiných aplikacích byla značně omezena či zcela nemožná. V současné době je naopak snaha o definování formátů, které nejsou vázány na konkrétní aplikaci. Důraz je kladen na dostupnost dokumentace a možnost bezplatného užívání formátů, přičemž data je možné zpracovávat pomocí různých aplikací.

V dnešní době existuje celá řada datových formátů, které se dělí do skupin dle jejich určení. Rozlišujeme tak např. formáty pro audio/video soubory, publikování technické dokumentace nebo záznam textu. Stejně tak existuje mnoho datových formátů v oblasti průmyslové výroby. Velké výrobní podniky realizují výrobu jednoho produktu pomocí výrobních linek, které jsou rozděleny do několika částí dle charakteru výrobní operace.

Je zřejmé, že pro jednotlivé operace jsou vyžadována specializovaná výrobní zařízení. Při jejich pořizování je kladen důraz především na kvalitu a spolehlivost při provádění výrobních operací. Velký důraz je kladen také na servis a záruční podmínky. V neposlední řadě hraje svoji roli i cena těchto zařízení. Mnohdy je ale opomíjena skutečnost, že výrobní zařízení také zaznamenávají důležitá data o prováděných operacích. Přestože jsou tato data nezbytná pro statistickou regulaci procesů či pro zpětné doložení správného provedení operace, není jim přikládán patřičný význam.

1.5.1 Využití datových formátů

S datovými formáty se setkáváme v různých oblastech práce s daty.

Dlouhodobá archivace: Již dříve byla zmiňována hodnota informací. Ty se nejčastěji nacházejí v uložených dokumentech. S těmito dokumenty je pracováno v různých fázích životního cyklu, od jejich pořízení až po archivaci. S ohledem na zajištění budoucí zobrazitelnosti a využitelnosti budoucími SW nástroji bez ztráty informace je nutné dokumenty ukládat v podporovaném formátu nezávislém na aplikaci.

Výměna dat: S výměnou dat a informací se setkáváme den co den. Aby tato výměna měla smysl, je nezbytné zajistit, aby příjemce zprávy byl schopný ji správně interpretovat. Opět se tak dostáváme k nezbytnosti nezávislosti datového formátu na aplikaci.

Automatizace dokumentů: Význam datových formátů je důležitý při automatizaci zpracování dokumentů. Obrovská množství výrobních dat je nutné umět zpracovat do přehledné podoby, např. reportu, který sumarizuje data za určitý časový úsek. Je zřejmé, že vytvářet ručně report, např. za každou hodinu výroby, je velmi neefektivní a časově náročné. Z tohoto důvodu je nutné, aby bylo možné formát programově číst a vytvářet pomocí vlastních aplikací.

1.6 Statistické řízení procesu (Statistical Process Control)

Jednou z oblastí, kde je potřeba mít aktuální data ve vhodném datovém formátu, umožňující jejich zpracování a vizualizaci, je statistické řízení procesu.

Standardní způsob zabezpečení jakosti výrobků vychází z principu kontroly kvality po jejich vyrobení. Pokud během výroby dojde k odchylce od stanovených norem a kontrola označí výrobek za nevyhovující, není možné jej uvolnit. Jsou-li případné náklady na nápravu stavu vysoké, byla jeho výroba zbytečná. Je tedy zřejmé, že tento postup není ekonomický. Způsoby zabezpečování jakosti jsou založeny na principu eliminace zbytečného výdaje prostředků a tedy snižování výrobních nákladů. Jednou ze základních

cest je nepřetržitá analýza informací o procesu výroby. Poznatky z analýzy jsou využívány při regulaci výrobního procesu s požadavkem dosažení předem stanovených cílů.

Jedním z nástrojů zabezpečení jakosti výrobků je Statistické řízení procesu. Tato metoda je založena na principu včasného odhalování významných statistických odchylek od předem definované úrovně sledovaného znaku. SPC tedy umožňuje provádět zásahy, které přivádí proces zpět do požadované stabilní rovnováhy. K tomuto účelu je potřeba mít k dispozici výrobní data v reálném čase a v datovém formátu, který umožní jejich vizualizaci, zpracování a vyhodnocení.

Statistická regulace je založena na existenci variability, která vzniká působením řady různorodých vlivů na proces. Důsledkem variability je neexistence dvou zcela shodných výrobků. Variabilitu je však možné sledovat, díky čemuž je možné formulovat pravděpodobnostní zákony a ty pak užít při předpovědi chování procesů v budoucnu.

Lín definuje statistické řízení procesu jako [17], „*Statistické řízení procesů (SPC – Statistical Process Control) a statistické řízení kvality (SQC – Statistical Quality Control) patří v současné době k nejdůležitějším analytickým metodám, které umožňují sledovat a zlepšovat kvalitu vyráběného produktu nebo služeb. SPC je primární (on-line) nástroj pro SQC. Umožňuje sběr, zpracování, archivaci a zobrazení informací o vyráběném produktu z hlediska kvality. V minulosti se výrobky, které neprošly výstupní kontrolou, vracely zpět do výroby na přepracování nebo v horším případě skončily jako odpad. Vhodně implementovaný systém řízení kvality zajišťuje, že výrobek se v požadované kvalitě vyrobí napoprvé. To má za následek zvýšení produktivity a samozřejmě snížení nákladů na výrobu produktu.*“

Rozeznáváme dva druhy variability výrobního procesu:

1.6.1 Variabilita vyvolaná náhodnými příčinami

Náhodné příčiny jsou reprezentovány jako rozsáhlá skupina vlivů, které jsou jednotlivě neidentifikovatelné. Každý z těchto vlivů se na celkové variabilitě podílí pouze malou měrou. Pokud je proces ovlivňován pouze těmito vlivy, je považován za reprodukovatelný

a je možné předvídat jakost jeho výstupu. Zároveň se jedná o proces ve stabilním stavu z hlediska statistiky. Často se užívá označení proces ve statisticky zvládnutém stavu. Tošenovský a Noskievičová uvádí: [18 str. 165], „*Znamená to, že typ a parametry rozdělení znaku jakosti či parametru procesu, pomocí něhož hodnotíme variabilitu procesu, jsou známy a nemění se.*“ Často uváděnými příklady náhodných vlivů jsou vlhkost ovzduší, či nestejnorodost materiálu.

1.6.2 Variabilita vyvolaná vymežitelnými příčinami

Vymežitelné příčiny naopak představují vliv zdrojů variability, které na proces za běžných podmínek nepůsobí. Jejich projevem je neobvyklé kolísání hodnot u sledovaných parametrů, pomocí nich hodnotíme variabilitu procesu. V případě působení těchto příčin dochází k reálnému ovlivňování procesu. Proces je pak nereprodukovatelný a není možné předvídat jakost jeho výstupů. Často je označován jako statisticky nezvládnutelný. Jak uvádí Tošenovský a Noskievičová, znamená to [18 str. 166], že „*typ a parametry rozdělení znaku jakosti, či parametru procesu, pomocí něhož hodnotíme variabilitu procesu, se v čase mění*“.

Neustálá optimalizace procesu vyžaduje, aby byl proces statisticky zvládnut a v tomto stavu udržován. K tomu je potřeba umět identifikovat a odstranit, či alespoň eliminovat, vymežitelné příčiny. Pokud jsou tyto předpoklady splněny, je možné předvídat chování procesu a zlepšovat jej.

Vymežitelné příčiny je možné dále rozdělit na dvě podskupiny.

1.6.2.1 Sporadické příčiny

Sporadické příčiny se vyskytují náhle a jejich dopad na proces je krátkodobého charakteru. Po jejich odeznění může dojít k opětovnému výskytu.

1.6.2.2 Přetrvávající příčiny

Přetrvávající příčiny jsou dle názvu dlouhodobého charakteru. V čase může docházet k jejich proměnlivosti, a tím mohou vznikat trvající odchylky v parametrech rozdělení procesu. Příkladem náhodného vlivu může být porucha výrobního nástroje, změna

v nastavení konfigurace výrobního stroje či změna materiálu. Odstranění těchto příčin vyžaduje zásah zodpovědné osoby do průběhu procesu.

1.6.3 Fáze SPC

Statistické řízení procesu si klade za cíl dosažení a udržování procesu ve statisticky zvládnutém stavu, tedy ve shodě s definovanými požadavky. Fáze realizace se rozděluje na čtyři fáze.

Přípravná fáze: Prvním krokem je volba parametrů procesu, které budou sledovány a které budou regulovány. Je třeba si určit, zda bude sledován jeden či více znaků na daném produktu. Důležitou roli hraje volba metody získávání dat. S tímto krokem by měla být spojena analýza měřících systémů. Následně je nutné stanovit interval, ve kterém budou měřeny hodnoty považované veličiny. Obecně platí zásada: čím je proces méně stabilní, tím by při zavádění SPC měly být intervaly kratší. Dalším důvodem může být snaha o snížení výpočetní náročnosti, neboť velké objemy dat se zpracovávají velmi dlouho a ani výpočetní technika často neumožňuje provádět rozsáhlé výpočty dat z dlouhého intervalu. Následným krokem je volba logických podskupin. Ty představují takovou skupinu vybraných měření, u nichž se dá předpokládat vliv náhodných veličin. Volba velikosti podskupiny je závislá na požadované citlivosti regulačního diagramu. Snahou by měla být tendence k užívání podskupin konstantního rozsahu. Obecně platí zásada volby většího rozsahu výběru, pokud chceme mít regulační diagramy více citlivé na změny procesu. Výběry menšího rozsahu naopak volíme, je-li provádění kontrolní operace technicky, časově či ekonomicky náročné. Dále je potřeba zvolit vhodný typ regulačního diagramu a připravit způsob vyhodnocování. To může být prováděno ručně nebo s využitím software.

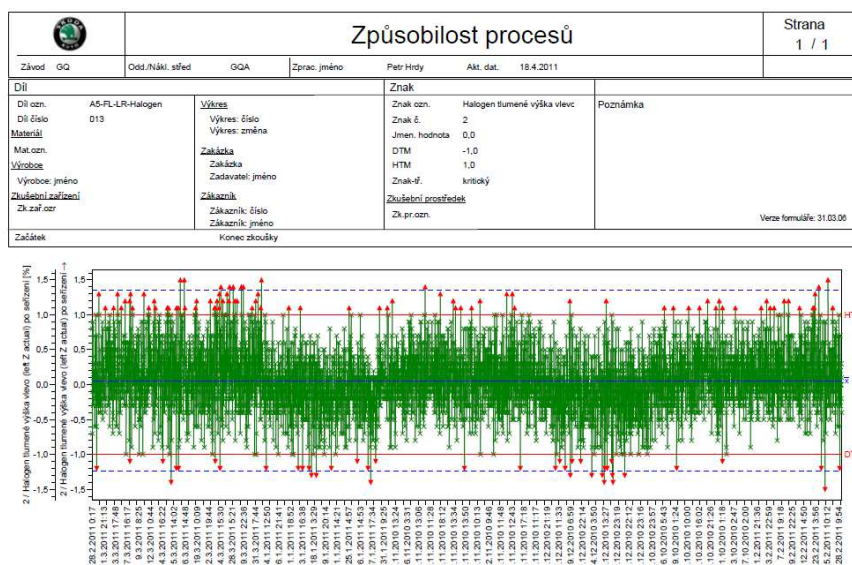
Fáze zabezpečování stavu statistického zvládnutí procesu: V této fázi jsou identifikovány vlivy a příčiny dopadající na proces a následně jsou minimalizovány či zcela odstraněny. Následným krokem je zavedení preventivních opatření, která zabraňují opakovanému působení nepříznivých vlivů.

Fáze analýzy a zabezpečení způsobilosti procesu: Statisticky zvládnutý proces je konfrontován s požadavky zákazníka. K tomu jsou využívány koeficienty způsobilosti.

Fáze vlastní statistické regulace: Poslední fází SPC je udržování procesu ve stavu, kdy je statisticky způsobilý a zvládnutý. Vhodně zvolený regulační diagram slouží ke zjišťování poruch v jeho stabilitě, následné identifikaci příčin poruch a jejich odstranění.

1.6.4 Regulační diagram

Zabezpečení statistické stability procesu má za cíl identifikaci a minimalizaci působení vymezitelných vlivů. Zároveň je kladen důraz na vytvoření podmínek, kde se jejich působení již nebude opakovat. Pro zajišťování statistické stability je doporučováno užívání regulačních diagramů. Existují rozličné regulační diagramy. Běžným nástrojem pro identifikaci vymezitelných příčin variability je Shewhartův diagram. Na obrázku *Obrázek 2* je znázorněn příklad statistické regulace procesu pomocí regulačního diagramu.



Obrázek 2: Příklad statistické regulace procesu

Zdroj: Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

Shewhartův regulační diagram je nástrojem využívající statistických testů významnosti a slouží k identifikaci vymezitelných příčin variability. Jeho návrh pochází z roku 1924

a jeho autorem je dr. Walter Shewhart. Hlavním znakem diagramu jsou regulační meze, konkrétně horní regulační mez (upper control limit) a dolní regulační mez (lower control limit). Tyto meze jsou stanoveny dle statistické analýzy rozdělení výběrové charakteristiky a neznámého skutečného parametru. Osa x je určena pro záznam jednotlivých hodnot v pořadí, v jakém byly zaznamenány. Na ose y jsou pak zaznamenávány hodnoty příslušné výběrové charakteristiky, nebo variability. Proces je označován za statisticky stabilní v případě, kdy jsou všechny hodnoty uvnitř regulačních mezí a zároveň nevytvářejí nenáhodná seskupení. Pokud je proces stabilní a hodnota výběrové charakteristiky padne vně regulační meze, jedná se o chybu prvního řádu. V tomto případě vzniká nutnost zasáhnout do zvládnutého procesu, neboť existuje riziko výroby neshodných produktů. Zároveň je definována i chyba druhého řádu. K té dochází v případě, kdy hodnota výběrové charakteristiky leží v regulačních mezích, přestože došlo ke změně v procesu, čímž se stal statisticky nestabilním.

Cílem statistické regulace je udržovat proces ve statisticky zvládnutém a způsobilém stavu. Pomocí regulačního diagramu jsou signalizovány, a následně odstraňovány, poruchy procesu. Stanovené regulační meze jsou platné do doby, než dojde ke změnám podmínek ovlivňujících proces.

1.6.4.1 Interpretace hodnoty v regulačním diagramu

Interpretace hodnot pomocí regulačního diagramu je založena na porovnání polohy hodnot vůči tolerančním mezím. Rozlišujeme tyto dva základní případy:

- Všechny hodnoty leží mezi horní a dolní toleranční mezí. Proces je statisticky zvládnutý a není potřeba do něj zasahovat.
- Některé hodnoty leží vně horní a dolní toleranční meze. V tomto případě pokládáme za statisticky nezvládnutelný a je vyžadováno identifikování vymezené příčiny způsobující nežádoucí odchylku. Zároveň jsou přijata opatření, která mají za cíl eliminaci vymezeného vlivu.

Pokud jsou použity i výstražné meze, mohou nastat další dva případy:

- Jestliže hodnota leží mezi hraničními hodnotami, je předpoklad, že proces je statisticky zvládnutý a není třeba dalšího zásahu.

- Hodnota leží mezi horní regulační a horní výstražnou mezí, resp. mezi dolní regulační a dolní výstražnou mezí. V tomto případě je třeba provést další výběr. Jestliže nový bod spadá do bezprostředního výběru, není nutné do procesu zasahovat. V případě, že se nový bod nachází mimo výstražné meze, je proces pravděpodobně pod vlivem vymezitelné příčiny a je nutné provést regulační zásah.

1.7 Zálohování a archivace dat

Výrobní data jsou důležitá nejen při online sledování výroby, ale užívají se i pro dlouhodobé vyhodnocování a sledování procesu. Zároveň slouží pro doložení správného průběhu procesu výroby i několik let zpětně. Z tohoto důvodu jsou vytvářeny elektronické archívy dat. Zde je nutné rozlišovat zálohování a archivaci.

1.7.1 Zálohování dat

Zálohování dat je proces, kdy jsou zdrojová data duplikována, přičemž kopie je uložena do jiného datového úložiště, než jsou umístěna zdrojová data. Obvyklým požadavkem na zálohovaná data je rychlý přístup k nim a rychlá možnost obnovy zdrojových dat. Z tohoto důvodu se obvykle nevyužívá možnosti komprimace duplicitních dat.

[19] „Zálohování dat se používá tehdy, když chcete data ochránit a v případě potřeby je obnovit v rozumném časovém horizontu. Jako příklad si představte účetní dokumenty, se kterými se pracuje každý den a bylo by bolestné o ně přijít. V takovém případě se vytvoří kopie takových dat a uloží se obvykle na jiném místě.“

1.7.2 Archivace

Hlavní odlišností archivace od zálohování spočívá v nekladení důrazu na možnost rychlé obnovy dat. Data určená pro archivaci jsou taková, u kterých není předpoklad jejich brzkého a častého znovupoužití. Vzhledem k tomu, že výrobní podniky produkují obrovské množství dat, jejichž dlouhodobá archivace se stává poměrně nákladnou, přichází na řadu komprimace dat. Zároveň je potřebné specifikovat, která data je nutné dlouhodobě

archivovat a která naopak nejsou potřebná. Toto dělení musí být v souladu jak se zákonnými, tak s interními předpisy.

Jak uvádí Veškrna [20], archivace „představuje především shromažďování informací pro případné pozdější použití. Počítáme při tom i s nasazením technologií pro rychlé vyhledávání a třídění výsledků. Pro práci s archivem pak bude nejdůležitější jeho uspořádání, dlouhodobá spolehlivost a vysoká trvanlivost.“

Dlouhodobá archivace se dá rozdělit na dvě skupiny v závislosti na technologii, dle které jsou data zaznamenána. Přestože současný trend v průmyslové výrobě velí eliminovat papírové karty, do kterých jsou vypisovány hodnoty či vylepovány papírové výtisky hodnotící průběh jednotlivých operací, stále se jedná o technologii, která bude mít místo, zejména ve velkých výrobních podnicích, ještě několik let. Je však patrné, že elektronická archivace, a vůbec práce s daty v elektronické podobě, poskytuje mnoho výhod oproti archivaci dat v papírové podobě. V tabulce *Tabulka 2* je zobrazeno porovnání dat v papírové a elektronické podobě.

Tabulka 2: Porovnání dat v elektronické a papírové podobě

PAPÍROVÝ FORMULÁŘ	ELEKTRONICKÝ FORMULÁŘ
Musí být tištěn, distribuován a skladován.	Kdykoliv přístupný, je-li potřeba, může být vytištěn.
Při změně musí být znovu vytištěn, neplatné musí být zničeny.	Může být snadno upraven a okamžitě k dispozici.
Vyžaduje místo a čas zaměstnanců.	Náklady na pořízení software, ale žádné místo na skladování a čas zaměstnanců na vyhledávání ve skladu.
Není vždy okamžitě dostupný, je-li potřeba.	Je vždy dostupný, elektronická distribuce (firemní síť, intranet, internet).
Nedostatečně efektivní způsob vyplňování.	Rychlé a snadné vyplnění formuláře.
Žádná kontrola dat.	Kontrola přípustnosti vkládaných informací, provádění výpočtů.
Stabilní forma, bez ohledu na různé uživatele.	Dynamické formuláře umožňují své přizpůsobování konkrétním potřebám uživatele.
Musí být fyzicky předáván mezi uživateli, často i několikrát.	Pro předání formulářů lze využít e-mail, internet.
Může se ztratit a je obtížné zjistit, kde se právě fyzicky nachází.	Lze přesně vysledovat, kde je uložen
Kompletní formuláře jsou často několikrát kopírovány a skladovány na různých místech (odesílatel, obchodní manažer, finanční oddělení apod.).	Není třeba vícenásobného uložení, data jsou přístupná těm, kdo mají nárok.

Zdroj: Tvrdíková: Procesní Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy

1.8 Nástroje business intelligence

S informačním přesycením se nejčastěji potýkají manažeři a řídící pracovníci firem. Tomuto tlaku je možné čelit pomocí vhodných postupů. Významnou skupinou, která tyto nástroje sdružuje, je Business Intelligence. Tvrdíková definuje BI takto: [16 str. 95], „Pod pojmem byznys intelligence se rozumí systém nástroj, projektových řešení a organizačních opatření, umožňujících řízení organizací po celém světě. Jsou speciálně zaměřené na podporu potřeb řídicích pracovníků. Je to součást celkového IS firmy, která pracuje

s vybranými nebo upravenými daty a která se těmito úpravami stává nositelem komplexních informací, charakterizujících příslušné procesy ve firmě.“

Využití nástrojů BI poskytuje manažerovi aktuální přehled o výkonnosti firmy. Řešení BI je možné rozdělit do několika vrstev podle jejich funkce v celkové hierarchii.

Vrstva prezenčních aplikací: Aplikace v této vrstvě jsou primárně určeny koncovým uživatelům. Pomocí aplikací je možné tvořit analytické dotazy a jejich výsledky následně prezentovat.

Vrstva aplikací pro získávání, transformaci, čištění a nahrávání dat: Tato vrstva je určena k přenosu zdrojových dat do systému v podobě v souladu s BI řešením.

Vrstva aplikací pro ukládání dat: Tato vrstva je určena pro ukládání, aktualizace a správu dat pro BI řešení.

Vrstva aplikací pro analýzu dat: Vrstva určená pro zabezpečení zpřístupnění dat a jejich analýzu.

Vrstva nástrojů pro podporu datové kvality a nástrojů správy metadat: V rámci této vrstvy je usilováno o zajištění kvality dat z hlediska jejich porovnání s realitou. Zároveň jsou data popisována, stejně tak jako jejich obsah a význam průběhu procesu.

1.8.1 Aplikace pro ukládání dat

Mezi BI řešení jsou zahrnuty procesy zajišťující ukládání, aktualizaci a správu dat. Jedná se o datové sklady, datová tržiště, operativní datová úložiště a dočasná datová úložiště.

1.8.1.1 Datové sklady

Datové sklady jsou předpokladem fungování nástrojů BI. Tvrdíková datové sklady považuje za ucelené databáze, které jsou optimalizovány pro dotazování a analýzu dat pomocí nástrojů, které umožňují dotazování, analýzy a kvalitní prezentaci výstupů [16].

Data jsou do datového skladu zasílána z jednotlivých informačních systémů po dávkách. Pro datové sklady jsou charakteristické některé vlastnosti:

- Odezvy na dotazy nemusí být pokaždé okamžité, nýbrž s prodlevou.
- V určitých případech je povolena redundance dat.
- Data nejsou z datového skladu odstraňována. Může však docházet k jejich zálohování v případě, že jsou paralelně vytvářeny agregace některých údajů.
- Zdroje datového skladu mohou být různého charakteru a forem. Odlišnosti mohou spočívat např. v odlišných strukturách, formátech, typu záznamového média atd.
- V datovém skladu jsou integrována data z různých systémů.
- Jsou zde zaznamenána data stará až několik let.
- Data jsou zde uložena v různých stupních agregace a sumarizace.
- K načítání nových dat dochází periodicky, především v době malého zatížení (v noci, o víkendech).
- Data jsou určena pouze pro čtení, uživatelem nedochází k jejich zadávání obměně, eventuelnímu znehodnocení
- Uspořádání dat je dle subjektů.
- Užití dat je možné pomocí aplikací, které jsou určeny pro prezentace a analýzy.

V tabulce *Tabulka 3* jsou uvedeny výhody a nevýhody datového skladu.

Tabulka 3: Výhody a nevýhody datového skladu

VÝHODY DATOVÉHO SKLADU	NEVÝHODY DATOVÉHO SKLADU
konzistentní obsah datového skladu	složitější realizace
menší počet načítacích procesů z provozních systémů (primární načítací procesy)	pomalejší implementace
jednodušší správa načítacích procesů	
snazší vytváření nových datamartů	

Zdroj: Tvrdíková: Procesní Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy

1.8.1.2 Nezávislá datová tržiště

Datová tržiště jsou obdobou datových skladů. Rozdíl spočívá v uživateli, kterým je tržiště určeno. Okruh uživatelů je vyčleněn na charakteristický celek, např. oddělení, závod či pobočka. V podstatě se jedná o dílčí decentralizované datové sklady, jež jsou součástí komplexního datového skladu. V tabulce *Tabulka 4* jsou zobrazeny výhody a nevýhody datového tržiště.

Tabulka 4: Výhody a nevýhody datového tržiště

VÝHODY DATOVÉHO TRŽIŠTĚ	NEVÝHODY DATOVÉHO TRŽIŠTĚ
snazší a rychlejší implementace	možná nekonzistence mezi jednotlivými datamarty
uživatelé rychleji získají přínos z investic do DS	komplikované načítací procesy (jejich velký počet, náročné na údržbu)
snižuje se riziko při zavádění DS	

Zdroj: Tvrdíková: Procesní Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy

1.8.1.3 Operativní datová úložiště (ODS)

Je zřejmé, že datové sklady poskytují podporu pro rozhodování strategického či taktického charakteru. Pro tyto účely jsou využívána agregovaná data, která zahrnují časové intervaly v řádu výrobních směn, dnů, týdnů atd. Zároveň je však třeba činit i operativní rozhodnutí, pro která jsou datové sklady nevhodné. Z tohoto důvodu jsou vytvářeny i podpůrné analytické databáze, které umožňují zpracovávání dat takřka v reálném čase. Tato úložiště se běžně označují jako Operational Data Store. Základní charakteristikou těchto úložišť je zpracování a zároveň následné poskytnutí dat okolním systémům v reálném čase. Na druhou stranu jsou ODS koncipována pro zpracování pouze omezeného množství dat najednou. Pro tato data jsou specifické některé vlastnosti:

- **Důležitost:** Data, která jsou zpracovávána v ODS, jsou obvykle klíčová pro firmu.
- **Potřeba integrace:** V případě zavedených firem je běžným standardem vysoký počet odlišných procesů. Ty jsou zdrojem dat, u kterých dochází k modifikaci. Z tohoto důvodu je nezbytné provádět jejich integraci.
- ODS systémy v rámci zpracování dat provádějí operace, jejichž cílem je zajištění kvality dat. Zároveň dochází k integraci relevantních dat z propojených systémů.

Tvrdíková uvádí [16 str. 111], že „*ODS nachází své místo všude tam, kde existují roztržité zdroje klíčových dat, které je potřeba spravovat z jednoho místa a zajistit tak jejich synchronizaci, dostupnost, aktuálnost a korektnost.*“

1.8.1.4 Dočasná úložiště dat

Dočasná úložiště dat jsou určena pro krátkodobé uložení výběrů ze zdrojových systémů před tím, než dojde k jejich zpracování. Dočasná úložiště dat tak napomáhají snižovat negativní dopady způsobené transfery dat. V dočasných úložištích se primárně vyskytují aktuální data, která nejsou agregovaná a nepodléhají kontrole oproti datům v datovém skladu.

2 Praktická část

Přestože se automobilový průmysl potýká s ekonomickou krizí, vývoj a výroba nových automobilů neustále pokračuje. Zároveň jsou do vozů implementovány nové technologie, které se projevují jak v oblasti bezpečnosti, tak zároveň poskytují komfort při řízení automobilu. Můžeme se tak setkat s parkovacím asistentem, který bezpečně zaparkuje automobil bez zásahu řidiče, nebo kapotou, která využívá principu airbagu a v případě srážky s chodcem eliminuje sílu nárazu tím, že se nazdvihne. Automobily se tak stávají stále komplikovanější, jak v oblasti konstrukce, tak i z hlediska funkcionalit podpořených novými technologiemi a software.

V konfrontaci s technologicky náročnou výrobou stojí požadavky zákazníků vyžadujících kvalitní produkt za co možná nejnížší cenu. Aby jim výrobce automobilů mohl vyhovět, je nutné snižovat výrobní náklady. Vedle klasických metod, kterými jsou např. redukce, resp. efektivnější využívání materiálu nebo snižování jeho pořizovací ceny, je stále běžnějším krokem vytváření strategických rozhodnutí na základě statistického řízení procesu. Pomocí této metody je možné identifikovat negativní vlivy působící na výrobní procesy. Díky jejich včasné identifikaci a určení jejich příčin je možné snáze provést potřebné kroky, které povedou k eliminaci negativních vlivů a zabránění jejich opětovného výskytu v budoucnosti. Tyto kroky mohou vést ke značné finanční úspoře.

Základním předpokladem statistického řízení procesu je mít k dispozici elektronická data ve správný čas, na správném místě a ve vhodném formátu. Přestože je ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. v poslední době problematice sběru a vyhodnocování dat přikládán čím dál tím větší význam, stále se jedná o jednotlivé koncepty, které nejsou zastřešeny celopodnikovou strategií. Vedení společnosti je přesvědčeno o potřebě zkvalitňovat a standardizovat procesy sběru, zpracování, vyhodnocování a vizualizace výrobních dat. Jako jednu z prvních oblastí potencionálního zlepšení určila oblast utahování šroubových spojů na úseku montáže.

V praktické části své diplomové práce se věnuji problematice standardizace datového formátu a struktury dat z výrobních zařízení na utahování šroubových spojů a jejich vizualizaci a dlouhodobé archivaci v síti ŠKODA AUTO a.s.

2.1 Společnost ŠKODA AUTO a.s.

Společnost ŠKODA AUTO a.s. je tuzemská společnost zabývající se sériovou výrobou osobních automobilů. Jedná se o největší český průmyslový podnik, který zaměstnává přibližně 25 000 lidí. Společnost sídlí v Mladé Boleslavi, kde jsou vyráběny modely Octavia, Rapid a Fabia. Další závody se nachází v Kvasinách, kde jsou vyráběny modely Superb, Roomster a Yeti. Ve Vrchlabí je vyráběna převodovka DQ200. V Bratislavě se vyrábí nejmenší model Citigo. ŠKODA AUTO a.s. vyrábí automobily také v zahraničí, z ekonomických důvodů především ve východních zemích. Jedná se o Ukrajinu, Rusko, Kazachstán, Indii a Čínu. ŠKODA AUTO a.s. je součástí koncernu Volkswagen Group.

Historie společnosti ŠKODA AUTO a.s. sahá do roku 1895, kdy mechanik Václav Laurin a knihkupec Václav Klement začali vyrábět vlastní jízdní kola. Své první kolo pojmenovali Slavia. O čtyři roky později začali s výrobou motocyklů. Po několika pokusech na přelomu století přešli Laurin a Klement k výrobě automobilů. Tím prvním byl Voiturette A, který brzy zaznamenal značné úspěchy. Produkce se podstatně rozšířila a v důsledku toho došlo k transformaci rodinného podniku na akciovou společnost. Ve dvacátých letech, z důvodu potřeby modernizace výroby, nastala potřeba spojení se silným partnerem. Stal se jím podnik Škoda Plzeň, což znamenalo konec značky Laurin & Klement. Roku 1930 se Škoda vydělila jako samostatný automobilový průmysl (ASAP), který značně bodoval s modelem Škoda Popular. V poválečně socialistické době se začal projevovat rozdíl v technologiích v porovnání se západní Evropou. Škoda si však přesto držela vedoucí postavení na východoevropském trhu. Nový průlom zaznamenal v roce 1987 model Škoda Favorit. Po politickém převratu v roce 1989 začala Škodovka hledat silného zahraničního partnera, který by udělal Škodu konkurenceschopnou. Tím se 16. dubna 1991 stává Volkswagen Group. V roce 1998 automobilka mění název ze ŠKODA Automobilová a.s. na ŠKODA AUTO a.s. V současné době se společnost nachází ve fázi rozvoje. V roce 2012 bylo prodáno 939 200 vozů po celém světě. Nastolená „růstová strategie“ si dává za cíl zvýšit toto číslo minimálně na 1,5 milionu prodaných automobilů v roce 2018.

2.2 Závazné předpisy pro výrobu automobilů

Proces montáže automobilu musí splňovat předepsané normy a předpisy. Ty mohou být rozděleny dle oblasti jejich působnosti. První skupina se dá charakterizovat jako mezinárodní, či národní technické normy. Do této skupiny patří např. EHK předpisy. Druhou skupinu pak tvoří interní koncernové, či podnikové normy pro konstrukci jednotlivých modelů automobilu. Do této skupiny jsou řazeni PDM listy a koncernové normy. Interní předpisy musí být v souladu s těmi mezinárodními.

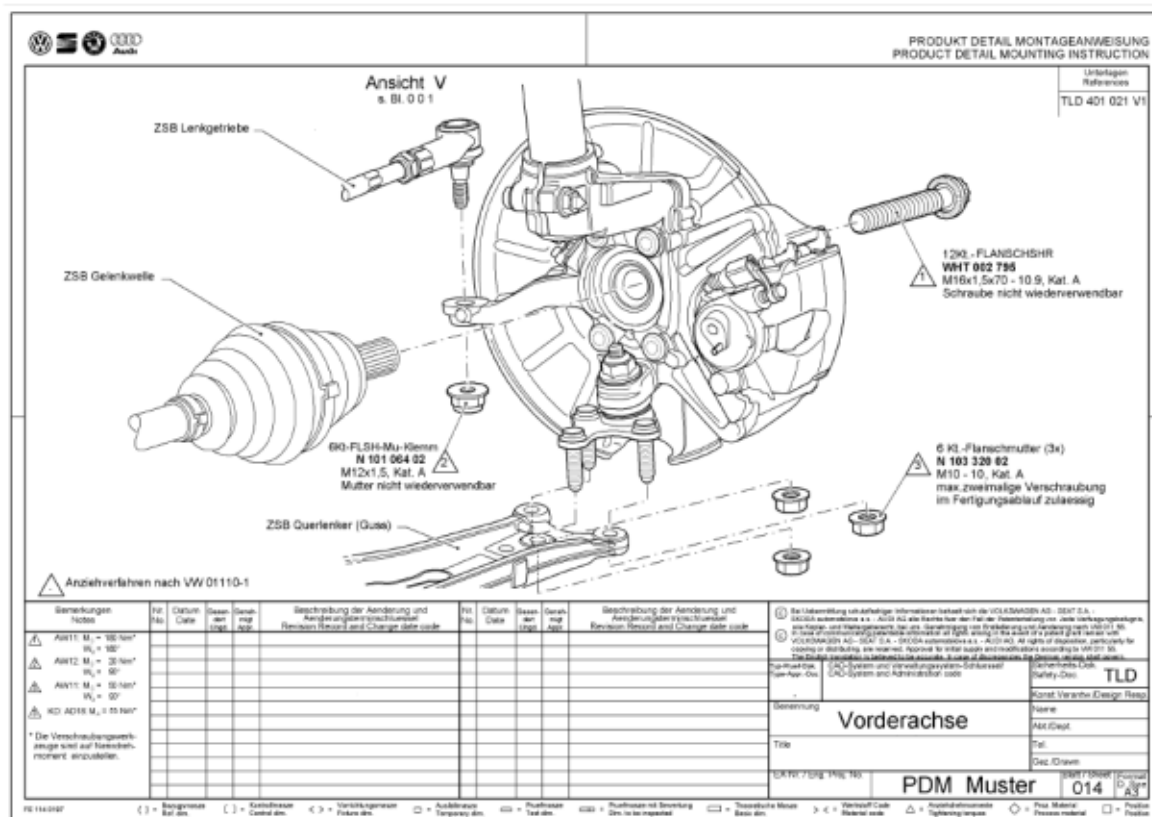
2.2.1 EHK předpisy

Výroba automobilů musí pochopitelně splňovat zákonné podmínky každého jednotlivého státu, ale zároveň musí být v souladu s evropskými normami. Základním orgánem upravující normy pro automobilový průmysl v Evropě je Evropská hospodářská komise. Tyto normy se nazývají „Jednotná ustanovení pro homologaci (a následuje odborný název součásti či příslušenství)“. Pro tyto předpisy je obecně vžit termín „EHK předpisy. EHK předpisy tvoří databázi mezinárodně platných technických norem pro schvalování silničních vozidel, jejich systémů, konstrukčních částí, samostatných technických celků a pro kontrolu technického stavu vozidel.

2.2.2 PDM

Každý automobil vyráběný ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. musí být v souladu s technickými výkresy. Ty jsou vzhledem ke koncernové politice označovány jako PDM listy, což je zkratka z Produkt Detail Montageanweisung. Tyto dokumenty obsahují grafické znázornění jednotlivých montovaných součástí ve vztahu k dalším prvkům. Zároveň je výkres doplněn slovním popisem výrobní operace a předepsanými hodnotami. PDM listy jsou užívány za účelem kontroly shodnosti výroby na základně platných homologací dle mezinárodních předpisů, např. EHK OSN. Kontroly jsou prováděny oddělením GQM (Zkušební středisko řízení kvality), přičemž jednou ročně je při kontrole doprovází zástupci TÜV SÜD Czech s.r.o. Praha. Tato autorizovaná zkušebna má pověření Ministerstva dopravy ČR provádět inspekce shodnosti výroby. TÜV SÜD Czech s.r.o. zajišťuje pro ŠKODA AUTO a. s. homologace dle předpisů EHK OSN a ve spolupráci

s VCA Bristol (Velká Británie) také homologace dle směrnic Evropského společenství/Evropské unie. Na obrázku *Obrázek 3* je uveden příklad PDM listu s vyobrazeným montážním postupem přední nápravy.



Obrázek 3: Příklad PDM listu

Zdroj: Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

2.2.3 Koncernové normy VW

Koncernové normy jsou závazné pro všechny společnosti, které spadají pod skupinu Volkswagen group. Zatímco PDM listy popisují jednotlivě konkrétní výrobní operace, VW normy upravují jejich vazby z hlediska závazných dokumentů. Zároveň jsou zde definovány jednotlivé postupy v závislosti na výrobních podmínkách, technické a fyzikální parametry pro jednotlivé materiály a komponenty.

2.3 Proces montáže náprav

Jedna z klíčových operací při výrobě nového vozidla je montáž náprav. Ta probíhá v hale označené M2. Jednotlivé nápravy jsou zde komplementovány z připravených dílů. Montáž náprav podléhá přísným bezpečnostním předpisům. Po celou dobu montáže je nezbytné zajistit správný průběh provedení všech výrobních operací, zejména s důrazem na utažení každého šroubového spoje dle správného technologického postupu. Šroubové spoje jsou utahovány pomocí automatických utahovacích stanic, kdy každý šroubový spoj je utahován dle předepsané hodnoty v rámci dané technologické operace. V případě špatného utažení šroubového spoje se provádí oprava dané operace na repasním pracovišti. Zde se opět používají automatické utahovací stanice, případně je možné užití ručního utahovacího zařízení, dle charakteristiky výrobní operace.

2.3.1 Kategorizace šroubových spojů

Šroubový spoj je jedním ze základních konstrukčních prvků automobilu. Celkem se jich na autě nachází několik stovek. Některé jsou určeny pro připevnění dekorativních částí a jejich špatné dotažení či selhání nemá zásadní dopad na funkční vlastnosti automobilu. Jiné jsou naopak životně důležité a je třeba dbát na jejich správné utažení. Šroubové spoje jsou při výrobě popsány výrobní operací, která shrnuje charakteristicky relevantní k danému spoji. Na obrázku *Obrázek 4* je uveden příklad, kde jsou zaznamenány tři operace s parametry šroubového spoje pro novou linku montáže předních náprav. Mimo jiné jsou zde uvedena: číslo výrobní operace, pevnostní třída, rozměr, technologie, dle které má být spoj utažen, a parametry, které je nutné při dotahování spoje sledovat, vyhodnocovat a také zaznamenávat.

Přehled šroubových spojů - nová linka předních náprav A5/B6/SUV stř.2270												
spoj			spojovací díl				utahovací předpis				dokumentace	
op.	číslo PDM	kategorie šroubového spoje	název spoje	číslo spojovacího dílu	rozměr	pevnostní třída	stupeň jakosti	moment utažení (Nm)	moment předdotažení (Nm)	úhel dotažení (°)	TLD list [D-spoj]	způsob dokumentace
110**	1K0 400	A	konzola - rám	šestihranný šroub N 105 286 02	M12x1,5x75	10.9	AW 11	-	70 ± 10,5	90 ± 15	402 012 V1	M _A , W _A
		A	konzola - příčka - rám	šestihranný šroub N 105 056 02	M12x1,5x80	10.9						
110**	1K0 400	A	konzola - rameno před. lůžko	šestihranný šroub N 101 410 03	M12x1,5x110	10.9	AW 11	-	70 ± 10,5	180 ± 15	402 012 V1	M _A , W _A
110/140**	1K0 400	A	konzola - rameno zad. lůžko	šestihranný šroub N 105 797 02	M10x76	10.9	AW 11	-	50 ± 7,5	90 ± 15	402 012 V1	M _A , W _A

Obrázek 4: Příklad šroubových spojů

Zdroj: Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

Šroubové spoje jsou také řazeny do 3 základních kategorií dle možných následků v případě chybného dotažení. Jedná se o kategorie A, B, C. Pro každou kategorii jsou stanoveny minimální požadavky na použití utahovacího nářadí a na povinnou dokumentaci. Kategorizace nemá vliv na kvalitu šroubových spojů, nelze ji tedy zneužít pro jakost šroubového spoje. Kategorizace šroubového spoje musí být ukončena před jeho uvolněním do plánování výroby, z důvodu časové možnosti připravit šroubovací techniku.

2.3.1.1 Kategorie A

Šroubový spoj spadá do kategorie A tehdy, pokud selhání tohoto šroubového spoje může vést s vysokou pravděpodobností k bezpečnostně-technickému selhání, resp. zničení celého vozu, z čehož vyplývá nepřímé či dokonce přímé ohrožení těla a života. Pro tuto kategorii šroubových spojů jsou stanoveny minimální požadavky na zařízení, které musí umožňovat záznam a export skutečné naměřené hodnoty a statusu OK/NOK hodnotícího provedení operace.

2.3.1.2 Kategorie B

Šroubový spoj spadá do kategorie B, pokud selhání tohoto šroubového spoje může vést k funkční poruše vozu. Šroubové spoje v kategorii B rozdělujeme na kontrolované a částečně kontrolované. Pro kontrolované spoje je požadavek na zařízení stejný jako v kategorii A. U částečně kontrolovaných spojů je minimální požadavek na zařízení formulován jako možnost exportu statusu OK/NOK hodnotící provedení operace.

2.3.1.3 Kategorie C

Šroubový spoj spadá do kategorie C, pokud selhání tohoto šroubového spoje může vyvolat rozzlobení zákazníka. U této kategorie nejsou specifikovány minimální požadavky na zařízení z hlediska záznamu a exportu naměřených výrobních hodnot.

V tabulce *Tabulka 5* je zobrazeno rozdělení šroubových spojů na kategorie včetně požadavků na použité nářadí, které má být použito pro utahování spojů daných kategorií, a na dokumentaci.

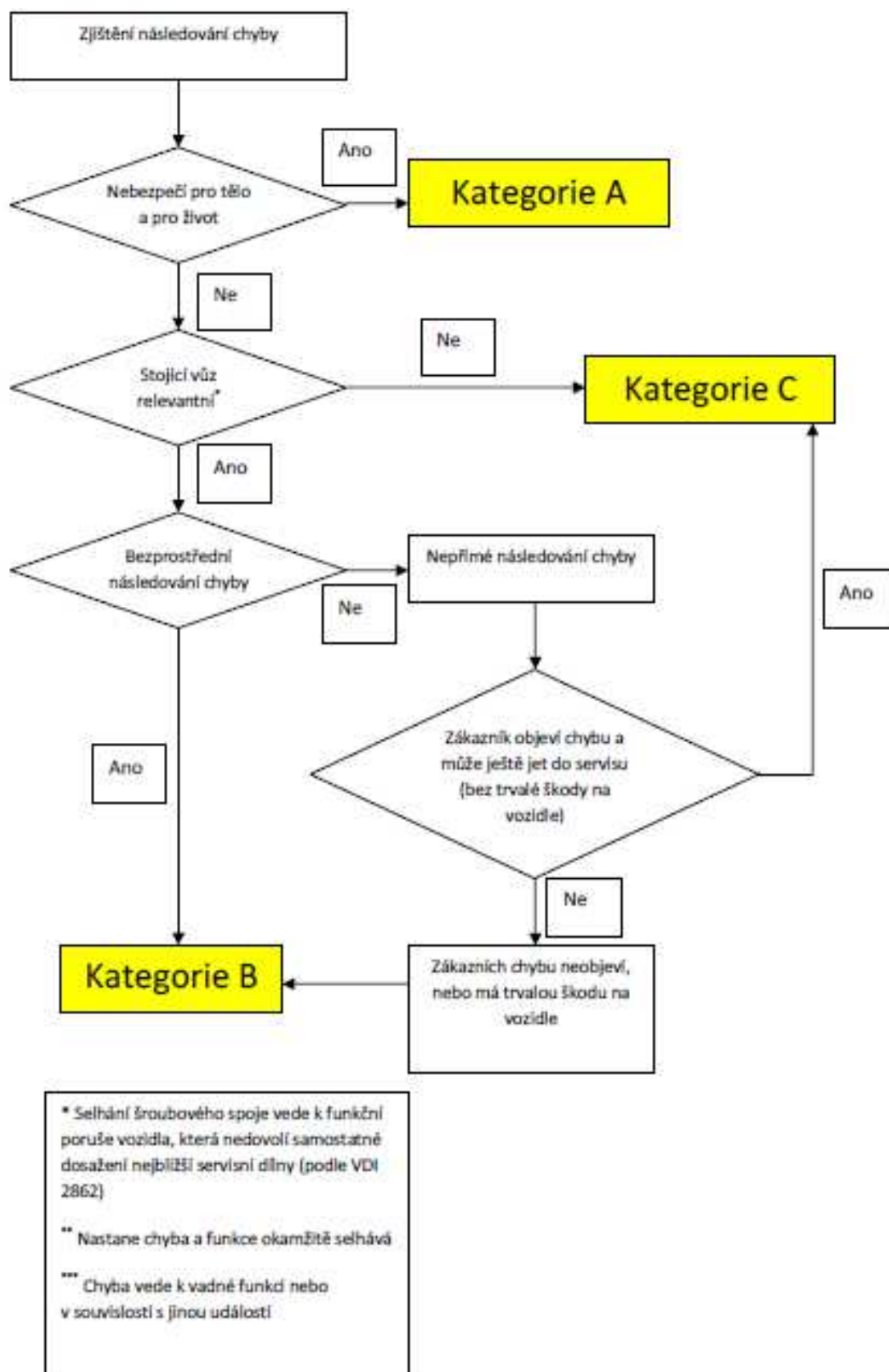
Tabulka 5: Požadavky na šroubové spoje dle kategorií

Kategorie spoje	Náradí	Požadavky na dokumentování
A - významné z hlediska bezpečnosti	EC-utahovačka	IO/ NiO, moment a úhel
B - významné z hlediska funkce	EC-utahovačka	IO/ NiO
C - nekritické	AKU/ Pneu/ Momentový klíč	-

Zdroj: Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

Postup určování kategorie pro jednotlivé šroubové spoje je uveden v následujícím obrázku

Obrázek 5. Způsob kategorizace vychází z koncernové normy VW 01110-1. Tato norma platí pro konstrukční projektování, utváření a provedení šroubových spojů s metrickými ISO závity a nemetrickými závity (pro plech a plast) na motorových vozidlech.

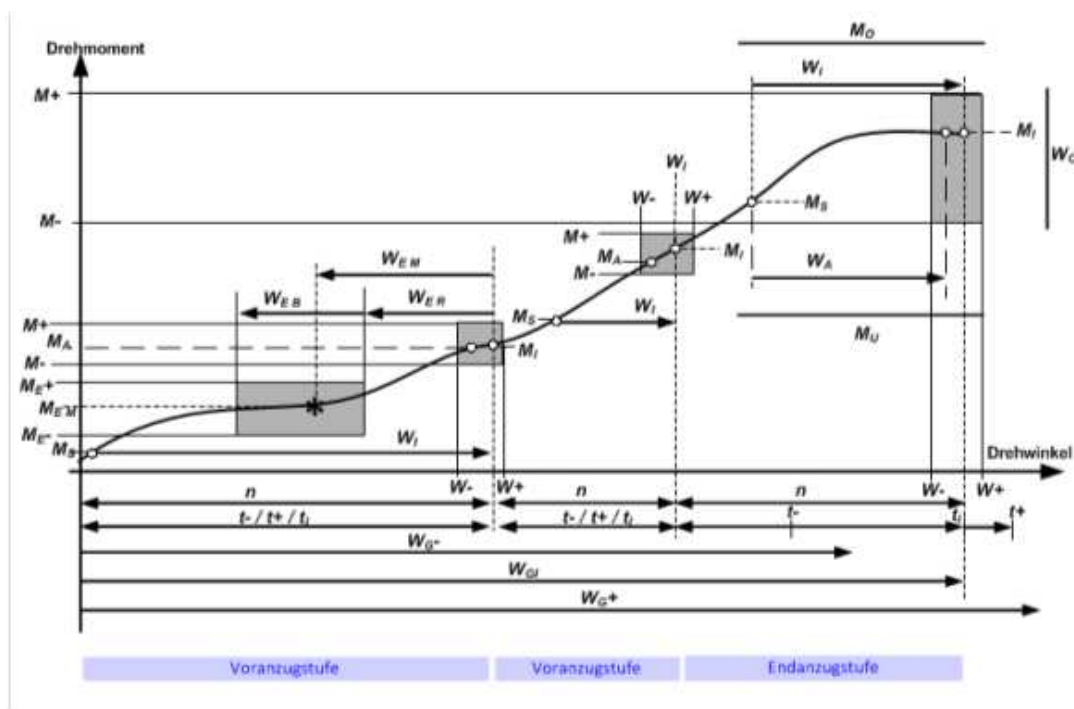


Obrázek 5: Kategorizace šroubových spojů

Zdroj: Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s, VW 01110-1

2.3.2 Průběh utahování šroubových spojů

Pro jednotlivé kategorie šroubových spojů jsou definovány utahovací postupy. Na obrázku *Obrázek 6* je uveden příklad třístupňového utahovacího postupu. Jednotlivé stupně utahování jsou od sebe odděleny čerchovanou čarou. Prvním krokem je předutažení šroubového spoje, přičemž je kontrolováno jeho správné zašroubování. Ve druhém kroku dochází k dalšímu předutažení montážním postupem AD. Posledním krok zobrazuje průběh dotažení šroubového spoje pomocí postupu AW. Osa y zobrazuje točivý moment, osa x prezentuje úhel otočení. Legenda použitých značek a symbolů je uvedena v tabulce *Tabulka 6*.



Obrázek 6: Průběh utahování šroubových spojů

Zdroj: Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

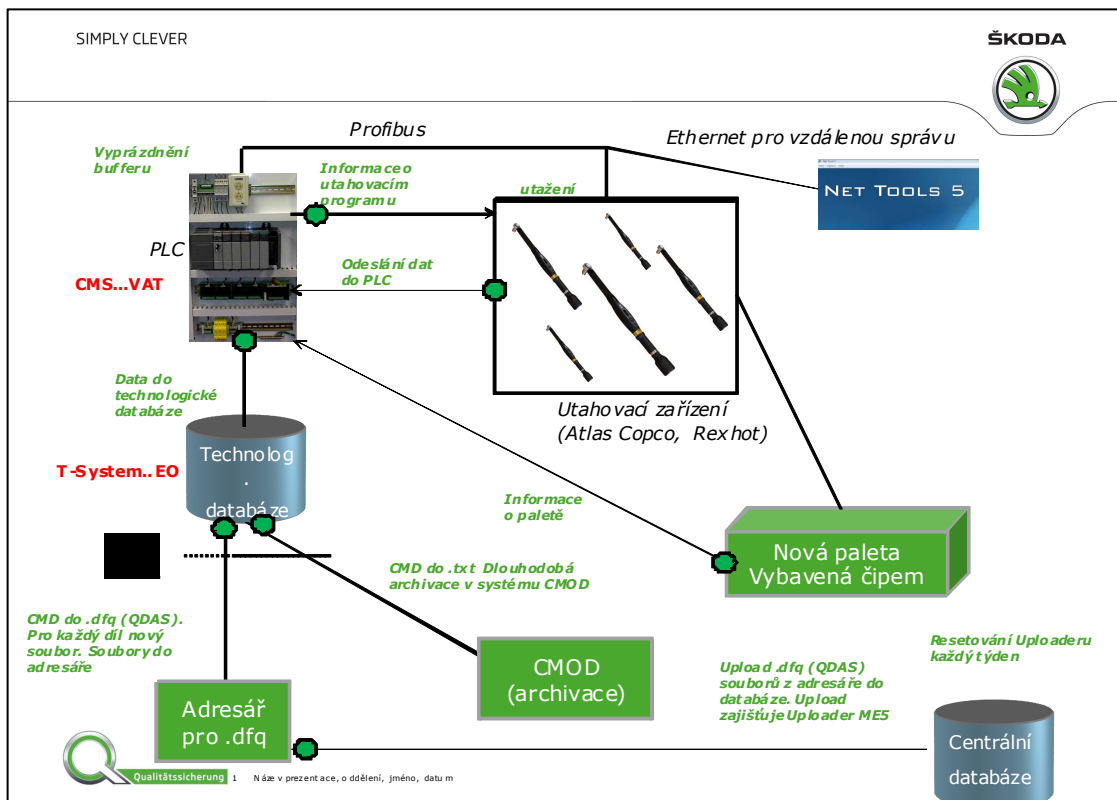
Tabulka 6: Průběh utažení šroubového spoje

M_A	Točivý moment požadovaná hodnota	P_I	Výstupní tlak požadovaná hodnota
M_S	Točivý moment kritická hodnota	W_A	Úhel požadovaná hodnota
M_I	Točivý moment skutečná hodnota	W_I	Úhel skutečná hodnota
M_+	Točivý moment horní tolerance	W_+	Úhel horní tolerance
M_-	Točivý moment spodní tolerance	W_-	Úhel spodní tolerance
M_O	Točivý moment horní mez spínací	W_O	Úhel horní mez (spínací)
M_U	Točivý moment spodní mez spínací	W_{EMO}	Úhel střední hodnota zašroubování nahoře
M_{EMO}	Točivý moment střední hodnota zašroubování nahoře	W_{EMU}	Úhel střední hodnota zašroubování dole
M_{EMU}	Točivý moment střední hodnota zašroubovacího momentu dole	W_{EBO}	Oblast úhlů zašroubování nahoře
M_{E+}	Točivý moment zašroubování horní tolerance	W_{EBU}	Oblast úhlů zašroubování dole
M_{E-}	Točivý moment zašroubování spodní tolerance	W_{ERU}	Přehled úhlů zašroubování dole
n	Počet otáček požadovaná hodnota	W_{GI}	Úhel celkově skutečná hodnota
N_A	Počet impulzů požadovaná hodnota	W_{G+}	Úhel celkově spodní tolerance
N_I	Počet impulzů celkově skutečná hodnota	W_{G-}	Čas požadovaná hodnota
N_+	Počet impulzů horní tolerance	t_A	Čas skutečná hodnota
N_{GI}	Počet impulzů spodní tolerance	t_+	Čas horní tolerance
N_{G+}	Počet impulzů celkově horní tolerance	t_-	Čas spodní tolerance
N_{G-}	Počet impulzů celkově spodní tolerance	t_{GI}	Čas celkově skutečná hodnota
P	Tlak požadovaná hodnota	T_{G+}	Čas celkově horní tolerance
P_0	Počáteční tlak požadovaná hodnota	T_{G-}	Čas celkově spodní tolerance

Zdroj: Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

2.3.3 Dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje na montáži náprav

Stávající způsob pořizování, zpracování a archivace dat na montážní lince náprav je poměrně složitý a skládá se z několika navazujících procesů. Zjednodušeně je zachycen na obrázku *Obrázek 7*. Mezi jednotlivými systémy, které zpracovávají či archivují data, jsou znázorněny toky dat pomocí přímek doplněných textem popisující daný tok. Celý proces je rozdělen do pěti fází.



Obrázek 7: Stávající způsob pořizování, zpracování a archivace dat na montáži náprav

Zdroj: Vlastní tvorba

2.3.3.1 První fáze

První fází procesu montáže nápravy z hlediska dat je doručení komponent určených k montáži na výrobní stanoviště. Komponenty jsou umístěny na přepravní paletě, která je vybavena Moby nosičem. Na jedné paletě jsou komponenty určené pro komplementaci jedné nápravy. Moby nosič nese informace o specifikaci vyráběného vozu. Informace z Moby nosiče jsou přenášeny do PLC stanice.

Moby nosič je technologie založená na principu RFID umožňující aktivní bezdrátové čtení i zápis dat až do vzdálenosti tří metrů bez nutnosti přímé viditelnosti. Využití Moby nosičů je v např. v automobilovém průmyslu, zejména v montáži a při identifikaci vozidel. Zároveň jsou užívány v logistice pro identifikaci kontejnerů, vozíků a dalších přepravních systémů. Standardní nosiče poskytují kapacitu 32 kB při přenosové rychlosti až 8 kB/s, přičemž četnost zápisů není omezena. Vzhledem k podmínkám, ve kterých probíhá

průmyslová výroba, jsou Moby nosiče uzpůsobeny náročným působícím vlivům. Na obrázku *Obrázek 8* je znázorněno užití Moby nosiče.



Obrázek 8: Moby nosič umístěný na střeše automobilu

Zdroj: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=34106

2.3.3.2 Druhá fáze

V druhé fázi jsou z PLC stanice předány informace utahovacímu zařízení o příslušném utahovacím programu, podle kterého mají být šroubové spoje utaženy v souladu se specifikací vyráběného automobilu. Obsahem jsou informace o počtu a poloze šroubových spojů, které mají být utaženy, předepsané jmenovité hodnoty, přijatelné toleranční rozpětí atd. Na základě těchto informací dochází k provedení výrobní operace a utažení šroubových spojů. Utahovací zařízení jsou vybavena lokální pamětí, do které jsou zaznamenávány jednotlivé naměřené výrobní hodnoty. Po ukončení výrobní operace jsou data přenesena do PLC. Toto zařízení je vybaveno vnitřní pamětí, která je dimenzována pro záznam hodnot pouze z jedné výrobní operace (montáž jedné nápravy). Data jsou vzápětí odesílána do technologické databáze a aktuální záznam je z PLC stanice vymazán.

PLC je jeden z nejvíce využívaných prostředků v oblasti automatizace a je nasazován v náročných podmínkách průmyslového prostředí. Z tohoto důvodu je jejich konstrukce oproti běžným PC robustní. Hlavní vlastností PLC je jejich snadná programovatelnost na úrovni mentalitě blízké projektantovi či konstruktérovi.

Kučera definuje PLC takto: [21], „PLC(z anglického Programmable Logic Controller) je relativně malý průmyslový počítač používaný pro automatizaci procesů v reálném čase - řízení strojů, výměňkových stanic, nebo výrobních linek v továrně. Pro PLC je charakteristické, že program se vykonává v tzv. cyklech.“

2.3.3.3 Třetí fáze

Ve třetí fázi jsou data přenášena do technologické databáze. Data z PLC jsou však zasílána v binárním formátu s tím, že data jsou dvojúrovňově konvertována. V prvním kroku je prováděna konverze z binárního formátu užívaného Moby nosičem do formátu *.cmd. Jedná se o textový formát. Tato konverze je zajištěna softwarem společnosti CMS s.r.o. Zkonvertovaná data jsou využívána pro online vizualizaci průběhu výrobní operace na lokálním dispečinku montážní haly M2. K těmto účelům je užíván software ToolsNet od společnosti Atlas Copco s.r.o. Jedná se o jednoduchý prohlížeč umožňující vizualizaci naměřených hodnot. Na obrázku *Obrázek 9* jsou zobrazeny hodnoty v software ToolsNet. V druhém kroku je prováděna konverze dat z formátu *.cmd do již standardizovaného formátu Q-DAS ASCII® transfer.

	Čas	KNR	Paleta	Ut.	Popis	Poř.	Moment.	Úhel	Výsl.
►	04.09.2012 23:52:26	3654050	108	1803	Stabilizátor PZ	1	32,8000	90,0000	OK
	04.09.2012 23:52:27	3654050	108	1804	Stabilizátor PP	1	36,0000	89,8000	OK
	04.09.2012 23:52:41	3654050	108	1801	Stabilizátor LZ	1	37,7000	89,7000	OK
	04.09.2012 23:52:43	3654050	108	1802	Stabilizátor LP	1	34,2000	89,8000	OK
	04.09.2012 23:52:45	3654050	108	1805	Vápěra	1	185,9000	89,8000	OK
	04.09.2012 23:53:21	3654050	108	1901	Řízení LP	1	108,0000	88,8000	OK
	04.09.2012 23:53:22	3654050	108	1903	Řízení LZ	1	102,2000	88,8000	OK
	04.09.2012 23:53:23	3654050	108	1904	Řízení PZ	1	94,4000	89,0000	OK
	04.09.2012 23:53:34	3654050	108	2001	Rameno LP	1	162,0000	179,7000	OK
	04.09.2012 23:53:35	3654050	108	2002	Rameno PP	1	156,6000	179,8000	OK
	04.09.2012 23:53:41	3654050	108	2003	Rameno LZ	1	207,7000	177,8000	OK
	04.09.2012 23:53:42	3654050	108	2004	Rameno PZ	1	180,8000	178,2000	OK
	04.09.2012 23:55:52	3654050	108	2401	Spojovací tyčka L	1	66,4000	0,0000	OK
	04.09.2012 23:56:07	3654050	108	2402	Spojovací tyčka P	1	65,4000	0,0000	OK
	04.09.2012 23:59:08	3654050	108	2701	tepelná clona	1	6,2000	0,0000	OK
	04.09.2012 23:59:09	3654050	108	2701	tepelná clona	1	6,1000	0,0000	OK
	04.09.2012 23:59:11	3654050	108	2701	tepelná clona	1	6,0000	0,0000	OK
	04.09.2012 23:59:12	3654050	108	2702	svazek elektroinstalace	1	3,0000	0,0000	OK

Obrázek 9: Software ToolsNet

Zdroj: Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

Konverze výrobních dat do Q-DAS ASCII® transfer formátu probíhá pomocí převodníku. Jedná se o aplikaci vytvořenou externí společností T-Systems, která je umístěna na virtuálním serveru. Jednotlivé hodnoty z formátu *.cmd jsou dle předem stanoveného postupu načítány a zapisovány do K-klíčů, které jsou využívány v Q-DAS ASCII® transfer formátu. Podrobněji je tento formát popsán v kapitole 3.1.1.4

Vzhledem k tomu, že pro utahovací zařízení nebyly definovány požadované parametry, které mají být zaznamenávány, obsahuje datový soubor před konverzí všechny hodnoty, které utahovací zařízení umí naměřit. Konverzní program má již vyspecifikované požadované parametry, které mají být konvertovány. Data v novém formátu jsou ukládána po jednotlivých souborech, kde jeden soubor odpovídá montáži náprav pro jeden automobil. Tyto soubory jsou ukládány do lokálního adresáře.

2.3.3.4 Čtvrtá fáze

Nově vzniklý datový soubor ve formátu Q-DAS ASCII® transfer je zároveň definičním souborem určujícím parametry pro dlouhodobou archivaci v systému CMOD. Systém CMOD umožňuje archivovat data dle specifikovaných požadavků. Zde archivovaná data slouží především k možnosti doložení správného provedení výrobních operací. Obecně by zde měla být zaznamenávána data hodnotící konečný stav po provedení operace. V případě utahování šroubových spojů se jedná o statusy hodnotící správnost provedení operace OK/NOK a hodnoty konečného utahovacího momentu, případně úhlu dotažení. Naopak hodnoty o průběhu operace nejsou z dlouhodobého hlediska potřebné, proto není nutné je archivovat. Data jsou do archivačního systému odesílána v paketech vždy po uplynutí stanoveného časového intervalu.

2.3.3.5 Pátá fáze

Datové soubory ve formátu Q-DAS ASCII® transfer jsou přenášeny do databázové struktury pro další využití programovým vybavením společnosti Q-DAS. Pro přenos dat je využíván software Upload. Jednotlivé soubory jsou po úspěšném přenosu smazány z lokálního adresáře.

2.3.4 Dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje na dalších montážních pracovištích

Mapování stávajícího způsobu sběru, zpracování, vizualizace a archivace dat na montážní lince náprav probíhalo formou osobních setkání se zástupci výrobních oddělení, kteří mají na starost konfiguraci a údržbu jednotlivých nasazených výrobních zařízení, správu používaných systémů určených pro zpracování a archivaci dat. Problematika byla konzultována také se zástupci externích firem T-Systems a CMS s.r.o. Vzhledem k provázanosti jednotlivých výrobních procesů jsou tito zástupci často seznámeni se způsobem dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje na dalších montážních pracovištích. Tyto informace byly použity pro zmapování stávajících způsobů dokumentace i na dalších výrobních úsecích. Na základě získaných poznatků byla zpracována hodnocení současného stavu dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje. První část je věnována hodnocení dokumentace na montáži náprav. V rámci hodnocení jsou vymezeny silné a slabé stránky současného stavu. Druhá část shrnuje současný stav dokumentace sledovaných parametrů z montáže motorů, převodovek, náprav a karoserie, přičemž je kladen důraz na identifikování hlavních problematických oblastí a jejich příčin.

2.3.5 Zhodnocení stávajícího procesu dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje na montáži náprav

Proces dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje na montáži náprav je v porovnání s dalšími uvedenými pracovišti považován za nejlépe zpracovaný a za nejvíce odpovídající současným trendům. Přesto je zde několik závažných nedostatků, které se neslučují s požadovaným stavem. V následujícím přehledu jsou shrnuty silné stránky a nedostatky současného stavu.

2.3.5.1 Silné stránky současného stavu

- Hlavní předností současného stavu dokumentace sledovaných parametrů je využívání standardizovaného datového formátu Q-DAS ASCII® transfer v konečné fázi zpracování dat. Naměřené hodnoty je tedy možné zpracovávat a vizualizovat pomocí standardizovaných programů od společnosti Q-DAS, které využívají uvedený datový formát.
- Pozitivem je automatická komunikace mezi přepravní paletou nesoucí nápravu, určenou k montáži na kostru auta, a PLC zařízením. Díky automatické identifikaci PLC zařízení samo rozpozná, jaká konfigurace vozu je vyráběna. Podle toho předá utahovacímu zařízení informaci o potřebném provedení výrobní operace. Dochází zde k eliminaci lidského faktoru a zároveň odpadá riziko případné špatně provedené výrobní operace.
- Kladem je také archivace dat ve standardně užívaném archivačním systému CMOD.

2.3.5.2 Slabé stránky současného stavu

- Hlavním nedostatkem současného stavu je potřeba dvojí konverze dat. Data je nutné dvakrát konvertovat, aby je bylo možné zpracovat ve standardizovaných programech od společnosti Q-DAS. Proces konverze dat přináší negativní dopad v podobě nežádoucích časových prodlevy, která je počítána od odeslání dat z utahovacího zařízení až po jejich uložení ve formátu Q-DAS ASCII® transfer. Oba používané konverzní software jsou navíc poskytovány externími společnostmi, které je spravují. V případě nutnosti úpravy konverzního systému je nutné kontaktovat zástupce externí společnosti.
- Negativem je současná datová struktura po provedení konverzí. Data jsou sice uložena ve formátu Q-DAS ASCII® transfer, avšak není respektována obecná struktura tohoto formátu v plném rozsahu. Data jsou tak srozumitelná pouze pro uživatele seznámené s úpravami struktury formátu.
- Současná verze software Uploadu přenášející zkonvertovaná data do databázové struktury, která je určena pro další využití programovým vybavením společnosti Q-DAS, je zastaralá. Upload v pravidelném intervalu cca 7-8 dní přestává z neznámých příčin přenášet data do databázové struktury a je nutné jej restartovat. Navíc je Upload umístěn na virtuálním serveru spravovaném externí společností T-Systems. V případě nutnosti restartování Uploadu je nutné kontaktovat zástupce společnosti T-Systems.
- Současný způsob archivace dat pomocí systému CMOD splňuje minimální požadavky na dokumentaci sledovaných parametrů. Společně s nimi jsou ale ukládány další parametry, které utahovací zařízení umějí změřit a exportovat, avšak pro které neexistuje požadavek k dlouhodobému archivování. Do systému CMOD tak jsou zasílány zbytečně velké objemy dat. Příkladem zbytečně archivovaných dat jsou hodnoty startovacího úhlu dotahování. Tyto hodnoty však nejsou vyžadovány z hlediska dlouhodobé archivace.

2.3.6 Zhodnocení stávajícího stavu dokumentace sledovaných parametrů na dalších montážních pracovištích

Proces dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje na dalších montážních pracovištích byl zmapován v obecné rovině. Nejsou tedy popsány jednotlivé toky dat. Pozornost byla zaměřena na širokou problematiku dokumentace sledovaných parametrů. V následujících bodech jsou uvedeny hlavní, často se opakující, nedostatky.

2.3.6.1 Odlišné datové formáty a způsob uložení dat

Jedním z nejvýznamnějších problémů je nevhodnost a odlišnost datových formátů, ve kterých jsou sledované parametry exportovány z výrobních zařízení. Přestože zařízení určená pro stejnou výrobní operaci jsou od stejného dodavatele, naměřené hodnoty jsou často exportovány v odlišných formátech. Data jsou ukládána v Access databázi, v textovém formátu, v tabulce vytvořené v Excelu či ve formátu, který je vytvořen přímo dodavatelem zařízení. Důsledkem je velmi náročné nebo zcela nemožné zpracování, vyhodnocení a vizualizace dat bez nutnosti jejich modifikace do vhodného datového formátu. Příkladem mohou být textové soubory, do kterých jsou hodnoty zaznamenávány v podobě řetězce znaků. Tento formát neumožňuje grafické vizualizace průběhu výrobního procesu. Hodnoty sice mohou doložit správný průběh výrobní operace, avšak nelze z nich vyčíst trend, jakým se výrobní operace ubírá či porovnávat její průběh např. dle jednotlivých výrobních linek, výrobních směn nebo dle pracovníků, kteří operace prováděli. Zpracování dat v odlišných formátech je doprovázeno nutností užití několika odlišných software, které navzájem nepodporují jednotné zpracování dat. V tabulce *Tabulka 7* je zdokumentováno použití software na zmapovaných výrobních místech. Přestože jsou zde užívány stejné kategorie šroubových spojů, pro které jsou závazné totožné předpisy a normy, je využit odlišný software.

Tabulka 7: Porovnání nasazení IS, SW dle různých výrobních míst

Výrobní místo ŠKODA	Kontrolované spoje	Předpis, normy dokumentace	SW, IS
Montáž motorů	A + B / LWT	VW 01110-1/2 VW 10130 VW 10131 VDI 2862 KLH 2.0	Nexum
Montáž převodovek	A + B / LWT	VW 01110-1/2 VW 10130 VW 10131 VDI 2862 KLH 2.0	SW na konverzi dat qs-STAT CMOD
Montáž náprav	A + B / LWT	VW 01110-1/2 VW 10130 VW 10131 VDI 2862 KLH 2.0	ToolsTalk SW na konverzi dat qs-STAT Upload CMOD
Montáž vozů	A + B / LWT	VW 01110-1/2 VW 10130 VW 10131 VDI 2862 KLH 2.0	ToolsNet ToolsTalk SQS CMOD
Karoserie	A + B / LWT	VW 01110-1/2 VW 10130 VW 10131 VDI 2862 KLH 2.0	EC zatahovačky nejsou nasazený

Zdroj: Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

2.3.6.2 Potřeba konverze dat do vhodného datového formátu

Pokud zařízení exportuje data v nevhodném formátu, je potřeba je konvertovat do vhodného, který umožňuje jejich vyhodnocení. Problémem konverze dat je časová

prodleva mezi pořízením dat a jejich prezentací. Zároveň během konverze vzniká riziko ztráty, či modifikace dat. Největší nevýhodou konverze dat je přímá návaznost a závislost konverzního programu na struktuře dat exportovaných z výrobních zařízení. Vzhledem k poměrně častým úpravám jednotlivých modelů vyráběných automobilů (např. v podobě faceliftů) nebo změnám montážního postupu, dochází k nutným zásahům do nastavení výrobního programu zařízení.

V případě přidání nebo odebrání některého ze sledovaných parametrů z výrobního programu dochází k nutnosti provedení stejné modifikace v konverzním programu. Příkladem může být nový díl obsahující více šroubových spojů, než dříve užívaný díl. Pokud zařízení exportuje např. textový soubor, kde hodnoty pro jednotlivé parametry jsou zaznamenány za sebou a odděleny středníkem, nově přidaný parametr znamená narušení této datové struktury. U konverzního programu je tedy nutné změnit jeho nastavení. Tyto zásahy jsou časově náročné a jejich provedení často vyžaduje finančně nákladné zapojení externí firmy.

2.3.6.3 Nedefinované požadavky na operativní data

Na pozici rozhodujících pracovníků často dochází k nejasnému definování požadavků na měřené parametry, pro které mají být uchovávány hodnoty v operativních databázích. Často tak jsou v databázi zaznamenávána veškerá data, která výrobní zařízení umí změřit a exportovat, přestože nejsou dále nikterak zpracovávána a vyhodnocována. Nezřídka jsou data také uchovávána v databázi i přesto, že již nejsou relevantní a postačily by souhrnné zprávy sumarizující průběh výrobní operace za stanovený časový interval, např. za den, směnu či týden. V důsledku uvedených skutečností dochází k nárůstu užití kapacity operativní databáze. Při zpracování či vyhledávání dat uložených v databázi pak dochází k nežádoucím prodlevám mezi zadáním dotazu a zobrazením požadovaného výsledku.

2.3.6.4 Nedefinované požadavky na archivovaná data

Přestože ŠKODA AUTO a.s. má k dispozici vlastní standardizovaný systém pro dlouhodobou archivaci výrobních dat, často jsou využívány jiné metody. Příkladem je archivace dat na datových nosičích DVD. Stejně jako u operativních dat není často definováno, pro jaké parametry a na jak dlouhou dobu, je nutné naměřené hodnoty archivovat. Mnohdy jsou archivovány všechny hodnoty zaznamenané ve výrobní databázi, potažmo všechna data exportovaná z výrobního zařízení. Data jsou tak archivována nad zákonem daný rámec, a to jak z hlediska obsahu, tak i z hlediska doby uložení.

2.3.6.5 Rozlišné strategie vyhodnocování způsobilosti výrobních procesů

Vzhledem k vysokému počtu dodavatelů výrobních zařízení a zároveň několika odlišných datových formátů probíhá vyhodnocování způsobilosti výrobních procesů v odlišných systémech. Tyto systémy jsou obvykle určeny pro zpracovávání velkého množství dat. Naměřené hodnoty mohou být velmi rozmanité, mohou se od sebe výrazně lišit v rozptýlu, rozpětí hodnot, procentuální četnosti odlehlých hodnot nebo jejich poloze vzhledem ke jmenovité hodnotě. Uvedené charakteristiky ovlivňují výběr strategie pro vyhodnocování procesu. Kritéria pro vyhodnocování se mohou v jednotlivých systémech částečně odlišovat. Zatímco některé systémy mají pro vyhodnocování procesu primárně určené normální statistické rozdělení hodnot, složitější systémy samy vyhodnocují vhodnost různých statistických rozdělení v závislosti na definovaných vzorcích.

2.3.6.6 Obsluha jednotlivých systémů

Vzhledem k vysokému počtu užívaných systémů je obecným problémem komunikace mezi nimi. Mnoho systémů je přímo vázaných a určených ke zpracování datových formátů užívaných konkrétním výrobním zařízením. Složitost programového vybavení jednotlivých systémů vyžaduje, v případě nutnosti změny nastavení programu zařízení, kontaktovat technického pracovníka z dodavatelské firmy s požadavkem na úpravu nastavení programu. Vzniká zde časová prodleva, neboť provedení zásahu pracovníkem firmy dodávající zařízení může trvat i několik dní, v závislosti na smluvně sjednaných ujednáních a časových možnostech externího dodavatele. Dalším problémem je přímá závislost na

uvedeném externím pracovníkovi. V případě, že externí pracovník opustí svoji pracovní pozici ve firmě dodávající zařízení a neexistuje za něj adekvátní náhrada seznámená s konkrétním nastavením výrobního zařízení ve ŠKODA AUTO a.s., vzniká riziko nemožnosti změny jeho nastavení dle požadavku. Dalším negativním faktorem jsou obvykle vysoké finanční nároky externích firem za poskytovaný servis.

2.3.6.7 Problematika nestandardního názvosloví

Jedním z dalších problémů souvisejícím s užíváním mnoha systémů je odlišné názvosloví pro jednotlivé sledované parametry. Dodavatelé zařízení, pokud nemají stanovený požadavek na užívání standardizovaného názvosloví dle technické dokumentace, volí pro jednotlivé parametry své, běžně užívané názvosloví. V důsledku toho může být stejná výrobní operace pojmenována odlišně, v závislosti na výrobním zařízení, na kterém byla vykonána. Takto odlišné názvosloví neumožňuje vyhledávat všechna relevantní data pro danou operaci.

2.3.6.8 Problematika nestandardního reportingu

Pro jednotlivé výrobní operace jsou vytvářeny souhrnné zprávy, které sumarizují jejich průběh. Pro tvorbu souhrnných reportů nejsou stanoveny přesně definovaná pravidla a reporty jsou vytvářeny pomocí odlišných nástrojů. Jednotlivé výrobní útvary v rámci společnosti tak používají nejednotné reporty, které se od sebe liší strukturou i obsahem. Nestejnost se nejčastěji týká odlišných parametrů, užívání odlišných grafů nebo diagramů a jejich umístění v reportu. Zároveň se zde projevuje problematika nejednotného názvosloví, kdy je pro jeden výrobní parametr užíváno více odlišných pojmenování.

2.3.7 Hlavní příčiny nedostatků v oblasti dokumentace sledovaných parametrů.

Výše uvedené nedostatky dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje jsou důsledkem několika příčin, které spolu souvisí a mnohdy se dají navzájem zaměnit. Pro většinu nedostatků je společným jmenovatelem nezvládnuté plánování na různých úrovních společnosti. V následujících bodech jsou uvedeny konkrétní příčiny:

- Pořizování nového výrobního zařízení je obvykle realizováno na základě výběrového řízení. Běžnou součástí výběrového řízení je také technické zadání. Jedná se o dokument vyhotovený kompetentními osobami ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. Technické zadání obsahuje požadavky, které musí potenciální dodavatel respektovat a jimž je povinen vyhovět např. uzpůsobením dodávaného zařízení. V současné době zpracovávaná technická zadání podrobně specifikují technické aspekty z hlediska požadované výkonnosti zařízení, energetických nároků a napojení zařízení do energetické sítě, bezpečnosti, hygienických norem apod. Zároveň jsou v technickém zadání řešeny podmínky způsobu dodání, instalace, odzkoušení a předání výrobního zařízení k užívání. Pro jednotlivé části jsou specifikovány podmínky, které obě strany musí splnit.

V technických zadáních jsou však zcela běžně vynechávány požadavky na způsob dokumentace sledovaných parametrů. Obvykle nejsou uvedeny žádné požadavky na datové rozhraní nového výrobního zařízení. Dodavateli pro splnění požadavků technického zadání stačí uplatnění svého, běžně užívaného řešení, bez nutnosti úpravy datového rozhraní. Takto dodávaná zařízení jsou z hlediska datového rozhraní nevhodná a často vzniká potřeba jeho úpravy nebo nasazení konverzního programu určeného k převodu dat do vhodného datového formátu. Tyto zásahy jsou v zásadě velmi nákladné a obvykle v součtu s pořizovací cenou zařízení překračují náklady na pořízení výrobního zařízení s upraveným datovým rozhraním do požadovaného standardizovaného stavu.

- Druhá příčina částečně navazuje na předchozí. Společnost ŠKODA AUTO a.s. disponuje širokou modelovou řadou vyráběných automobilů. Přestože se jednotlivé modely od sebe liší, většina montážních postupů je stejná. Příkladem je proces montáže náprav, kde přestože jsou pro každý model montovány rozměrově a konstrukčně odlišné nápravy, principy výrobních postupů jsou shodné. Nabízí se tedy možnost unifikace výrobních zařízení bez ohledu na místo jejich nasazení. Bohužel tento předpoklad není naplněn a pro jednotlivé montážní linky jsou

pořizována výrobní zařízení od různých dodavatelů. Příčina spočívá především v oblasti plánování výroby. Výroba každého modelu je zaštitěna vlastním plánovacím oddělením. Přestože tato oddělení jsou formálně sdružena pod centrální plánování, spolupráce mezi nimi není dostačující a často je úplně vynechána. Při plánování nové výrobní linky nebo při modernizaci již stávající tak nejsou zohledňovány již realizovaná řešení z dalších výrobních míst, přestože nasazená řešení jsou osvědčená a v souladu s požadovaným stavem.

3 Optimalizace řešení

Hodnocení procesu dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje vymezuje nedostatky stávajícího stavu. Přestože současný způsob dokumentace sledovaných parametrů splňuje náležitosti dané zákonem a společnost ŠKODA AUTO a.s. je schopna doložit dokumentaci o provedení výrobních operací dle předepsaných norem, jedná se o způsob neefektivní, který je potřeba optimalizovat. Z hodnocení nedostatků stávajícího stavu vyplývá, že příčiny většiny z nich vznikají ještě před pořízením nového výrobního zařízení, resp. před instalací nové výrobní linky.

3.1 Standardizace technického zadání z hlediska datového formátu

Prvním krokem návrhu optimalizovaného procesu dokumentace sledovaných parametrů je sjednocení požadavků na strukturu dat a datový formát, ve kterém budou zařízení zaznamenávat a exportovat naměřené výrobní hodnoty. V rámci ŠKODA AUTO a.s. je potřeba vypracovat technické zadání, které bude vždy zohledněno při pořizování nového zařízení. Součástí technického zadání musí být již zmíněné požadavky na strukturu dat a datový formát.

Volba jednotného datového formátu musí být pečlivě uvážena a musí zohledňovat jeho budoucí využití. Je třeba zohlednit, v jakém software bude prováděno zpracování, vyhodnocení a vizualizace dat. Datový formát musí být se softwarem kompatibilní. Vzhledem k zakoupené koncernové licenci a pozitivním zkušenostem s užíváním je vhodné využívat software od společnosti Q-DAS.

3.1.1 Programy pro statistické řízení procesu a vizualizaci dat od společnosti Q-DAS

Q-DAS je mezinárodní společnost se sídlem v Německu. Specializuje se na automatizaci statistických postupů a vizualizaci výrobních dat převážně v automobilovém průmyslu. Společnost klade důraz především na aplikace určené ke statistickému řízení procesu. Pro tyto účely vyvinula kolekci statistického software. Ten poskytuje široké možnosti v oblasti

vyhodnocování statistické způsobilosti procesu, vizualizace naměřených hodnot, jejich porovnávání dle zvolených kritérií atd. Jednotlivé programy pracují se soubory, které jsou založeny na Q-DAS ASCII® transfer formátu. Tato skutečnost je jedním z důvodů, proč byl Q-DAS ASCII® transfer formát přijat v rámci VW group jako doporučovaný standard pro datová rozhraní výrobních zařízení. V rámci koncernu VW group byla zakoupena licence na programy od společnosti. Q-DAS.

Q-DAS ASCII® transfer formát je podrobněji popsán v kapitole 3.1.1.4. Existuje několik programů od společnosti Q-DAS, které se liší dle možného využití.

3.1.1.1 qs-STAT

Modul qs-STAT je určen pro statistické vyhodnocování způsobilosti procesů a strojů z dlouhodobého hlediska. Pomocí sady filtrů je umožněno v krátkém čase vyhledávat požadovaná data z připojené databáze. Vzhledem k širokým možnostem modulu je snadné porovnávat data dle stanovených kritérií, např. dle linky, směny, časového intervalu atd. Modul také poskytuje rozsáhlé možnosti vizualizace dat. Grafické nástroje programu qs-STAT® umožňují uživateli vizualizaci naměřených hodnot srozumitelně a přehledně. Díky tomu je možné identifikovat odchylky ve výrobním procesu a provést opatření, která je budou v budoucnosti eliminovat.

3.1.1.2 Procella Monitoring

Modul Procella Monitoring je určen pro vyhodnocování dat v reálném čase. Ta jsou do modulu vkládána přes vstupní periferie (např. klávesnice) nebo jsou automaticky zasílána z výrobního zařízení. Modul Procella umožňuje vyhodnocení a vizualizaci výrobních dat prakticky v čase jejich vzniku. To poskytuje obsluze zařízení možnost rychle identifikovat výskyt problému ve výrobním procesu a provést tak patřičná opatření, která povedou k jeho odstranění. V rámci modulu je možné nastavit alarmy. Ty porovnávají naměřené hodnoty se stanovenými tolerancemi. V případě výskytu hodnoty vně toleranční meze program automaticky odešle kompetentní osobě hlášení o nutnosti zásahu. Hlášení mohou být realizována např. pomocí emailů.

3.1.1.3 Destra

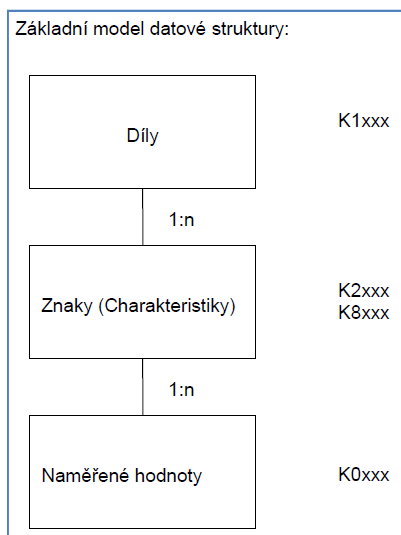
Modul Destra je určen pro statistické plánování pokusů. V dnešní době je pro tento postup často používán anglický pojem Design of Experiment. U sledovaného výrobního procesu jsou identifikovány vlivy, které na něj působí a které mohou ovlivňovat jeho průběh. Příkladem je vyhodnocování doby potřebné k vytvrzení lepidla užívaného k lepení skel. Doba tvrdnutí lepidla je ovlivňována teplotou lepidla, teplotou vzduchu, vlhkostí atd. Hodnoty těchto atributů jsou v průběhu výrobního procesu nastavovány na jiné úrovně. Dostáváme tedy několik sad hodnot popisující výrobní proces při různých úrovních parametrů. Sady hodnot jsou programem zpracovány a pomocí vzorců je vyhodnocováno, jakou měrou dané parametry ovlivňují průběh procesu.

3.1.1.4 Standardizovaný datový formát ASCII® transfer formát

Požadavek na standardizovaný datový formát by měl být povinnou součástí technického zadání na nově pořizovaná výrobní zařízení. Vzhledem k zakoupené licenci na produkty společnosti Q-DAS je vhodné využívat Q-DAS ASCII transfer formát.

Q-DAS ASCII® transfer formát je standardizovaný formát dat z měření pro automobilový průmysl. Tento unifikovaný datový formát, který vznikl na základě dohody významných výrobců automobilů a měřící techniky, umožňuje snadno kombinovat hodnoty z odlišných měřících systémů zcela bez problémů. Společnost Q-DAS používá tento formát v kolekci statistických programů, konkrétně u datových souborů *.dfq, či u dvojice souborů *.dfx a *.dfd. Do souborů *.dfq jsou zapisovány jak identifikační údaje dílu, resp. hodnoceného znaku, tak i naměřené hodnoty. Ve dvojici *.dfx a *.dfd je první soubor určen pro zápis identifikačních údajů a do druhého jsou zaznamenávány naměřené hodnoty. Výhodou druhého způsobu je úspora místa, neboť je postačující zapsat identifikační údaje pouze do jednoho souboru, který bude společný pro všechny soubory hodnot. Na druhou stranu je nutné mít oba typy souborů uložené v jednom adresáři. Pokud by tomu tak nebylo, nešlo by určit, k čemu jsou dané hodnoty relevantní. Q-DAS ASCII® transfer formát je také užíván v databázových strukturách, které jsou určeny k využití programovým vybavením společnosti Q-DAS.

Data a hodnoty jsou v programech od společnosti Q-DAS rozděleny do 3 úrovní, tzv. masek. Jedná se o masky dílu, znaku a naměřených hodnot. Struktura Q-DAS ASCII® transfer formátu je znázorněna na obrázku *Obrázek 10*.



Obrázek 10: Struktura souborů v Q-DAS ASCII® transfer formát

Zdroj: Q-DAS ASCII® transfer formát

Výše popsaná struktura nabízí široké možnosti uplatnění v oblasti prezentace a analýzy dat. Masky dílu je určena pro identifikaci dílu, na kterém jsou měřeny jednotlivé parametry. Masky znaku je určena pro identifikaci jednotlivých parametrů, které jsou pro daný díl relevantní. Masky hodnot je určena pro záznam naměřených hodnot.

Hlavním přínosem standardizovaného datového ASCII® transfer formátu je jeho kompatibilita, bez ohledu na charakter dané výrobní operace. Pro jednotlivé masky jsou vymezeny určité skupiny tzv. „K-klíčů“. Jedná se o kódovaná pole, do kterých jsou vždy zaznamenávány hodnoty stejné povahy, bez ohledu na charakter výrobních operací. Příkladem je K-klíč K2101, který je určen pro zápis jmenovité hodnoty. V případě sledování šroubového spoje bude v K-klíči K2101 předepsána jmenovitá hodnota pro moment utažení. V případě montáže světlometů bude v K-klíči K2101 předepsána jmenovitá hodnota pro úhel, pod jakým má světlomet svítit. Pomocí identifikačních K-klíčů je pak určeno, k jaké výrobní operaci je jmenovitá hodnota vztažena. V tabulce *Tabulka 8* je zobrazeno rozdělení K-klíčů do skupin dle typu masek.

Tabulka 8: Rozdělení K-klíčů

K-klíče	Užití K-klíčů
K0001 ... K0999	Popis hodnot/naměřených hodnot
K1000 ... K1999	Popis dílu
K2000 ... K2999	Popis znaku
K5000 ... K5999	Informace o struktuře
K8000 ... K8999	Regulační diagramy

Zdroj: Interní dokumenty AQDEF_CZ (Q-DAS CZ)

Pojmenování K-klíčů vychází ze standardizovaného názvosloví. To bylo navrženo společností Q-DAS a je zaznamenáno v textové databázi, která obsahuje mnoho dalších jazykových mutací. Zde spočívá další výhoda programů Q-DAS. Ty umožňují přepínání mezi jednotlivými jazykovými mutacemi, aniž by bylo nutné instalovat nové klienty pro požadovanou jazykovou verzi.

Textová databáze nabízí široké spektrum K-klíčů, které je možné použít. Ty se od sebe liší dle očekávané hodnoty, formátu jejího záznamu a délky zapsaného řetězce. Rozeznáváme tak K-klíče s polem pro zápis hodnot ve formátu alfanumerickém, data a času nebo formátu pro zápis hodnoty s pohyblivou desetinnou čárkou. Přestože názvy jednotlivých K-klíčů byly zvoleny tak, aby bylo možné vždy vybrat vhodně pojmenovaný, několikrát se vyskytla potřeba upravit jeho název v textové databázi. Příkladem může být K-klíč K1041, který je standardně pojmenován jako „Číslo výkresu“. Vzhledem ke skutečnosti, že ŠKODA AUTO a.s. využívá více kategorií výkresové dokumentace, bylo z důvodu jednoznačného určení typu výkresu nutné přejmenovat K-klíč na „Číslo PDM výkresu“.

3.2 Definování požadovaných technických parametrů na výrobní zařízení

V rámci technického zadání na nově pořizovaná výrobní zařízení byly navrženy technické požadavky na datový formát exportovaných dat. Je vyžadován Q-DAS ASCII® transfer formát s tím, že je kladen důraz na správné používání K-klíčů dle standardu, případně na specifických požadavcích ŠKODA AUTO a.s. Následující tabulky zachycují příklad struktury K-klíčů pro záznam hodnot z utahování šroubových spojů na montáži náprav.

V tabulce *Tabulka 9* jsou zobrazeny K-klíče pro úroveň dílu, v tabulce *Tabulka 10* jsou zobrazeny K-klíče pro úroveň znaku a v tabulce *Tabulka 11* jsou uvedeny K-klíče pro úroveň hodnot.

Tabulka 9: K-klíče pro masku dílu

K-klíč	Popis dílu	Popis znaku (ENG)	Příklad
K1001	Díl číslo	Part Number	N 106 483 01
K1002	Označení dílu	Part description	Fixační šroub
K1008	Stupeň jakosti	Quality grade	AD 18
K1010	Povinná dokumentace	Control item	
K1011	Rozměr	Size	M6x16
K1022	Závod	Manufacturer Description	Výroba vozů MB
K1041	Číslo výkresu	Drawing number text	Číslo PDM výkresu
K1052	Provoz	Contractor Description	Montáž náprav
K1086	Operace	Work cycle / operation	130
K1100	Pracoviště	Plant sector	Montáž náprav
K1102	Kód haly	Workshop	M1
K1111	Poznámka	Goods reviewed number	
K1201	Číslo zkušebního zařízení	Test Facility number text	
K1202	Označení zkušebního zařízení	Test Facility description	
K1311	Výrobní zakázka	Production order	ZN - A05
K1802	Počet spojů na díle	number of connections	2

Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 10: K-klíče pro masku znaku

K-klíč	Popis znaku	Popis znaku (ENG)	příklad
K2001	Číslo znaku	Characteristic number	
K2002	Označení znaku	Characteristic description	1.13
K2003	Krátké označení	Characteristic abbreviation	
K2004	Druh znaku	Characteristic type	
K2101	Jmenovitá hodnota	Nominal value	4
K2110	Dolní toleranční mez	Lower limit value	2,4
K2111	Horní toleranční mez	Upper limit value	5,6
K2112	Dolní odchylka	Lower allowance	1,6
K2113	Horní odchylka	Upper allowance	1,6
K2142	Jednotky	Unit description	

Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 11: K-klíče pro masku hodnot

K-klíč	Popis naměřených hodnot	Popis znaku (ENG)	příklad
K0001	Hodnoty	Values	
K0002	Atribut	Attribute	
K0004	Datum a čas	Time/date	
K0005	Chybová událost	Events	
K0008	Číslo pracovníka	Operator name	
K0014	ID dílu - VIN číslo	Part Ident	
K0053	Zakázka - KNR	Order number	

Zdroj: Vlastní tvorba

3.3 Standardizace reportů


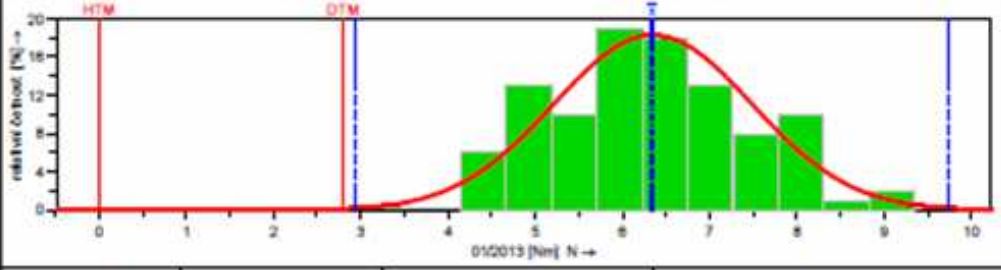
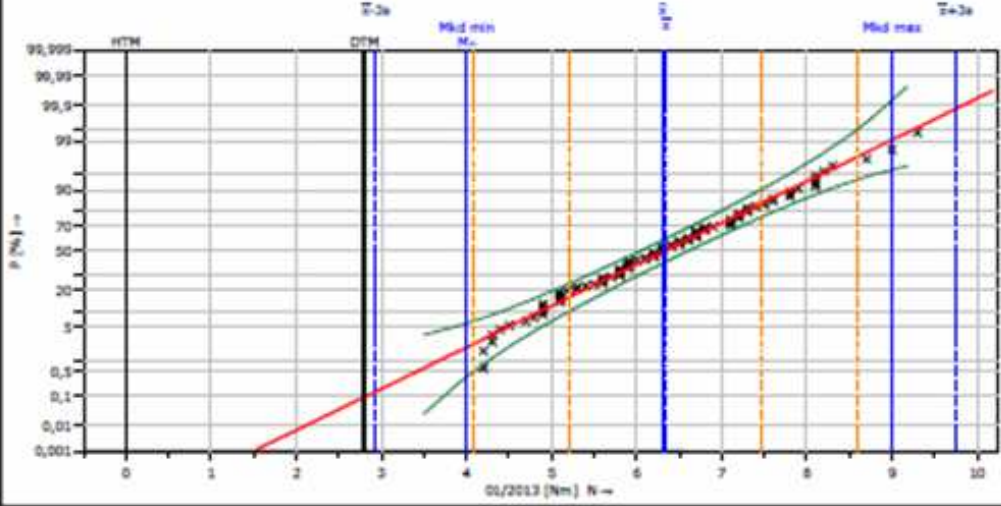
Využívání jednoho standardizovaného datového formátu v unifikovaných programech od společnosti Q-DAS nabízí možnost standardizovat reporty a souhrnné zprávy do jednotné podoby. Programy společnosti Q-DAS obsahují modul zvaný Formulátor. Ten je určen pro grafický návrh reportů a zpráv, pomocí kterých je možné vizualizovat a prezentovat naměřené hodnoty.

Modul Formulátor je založen na grafickém, vektorově orientovaném prostředí. Jeho hlavní výhodou je kompatibilita s výše popsanou datovou strukturou. Pro návrh reportů a zpráv je využíváno K-klíčů. Každý K-klíč obsahuje textové pole, ve kterém je zaznamenána hodnota nebo identifikační údaj. Tato pole je možné zobrazit na formuláři. Formulátor zároveň používá další skupiny K-klíčů (K8000 – K8999), které nesou již předdefinované grafické formáty pro vizualizaci hodnot pomocí grafů, diagramů atd. Zprávy vytvářené ve Formulátoru se dají rozdělit na dvě skupiny. První je určena pro zobrazení jednotlivých hodnot v rámci jednoho konkrétního hodnoceného parametru. Druhá skupina zpráv je určena pro sumarizaci průběhu výrobních operací u více parametrů. Zprávy je možné uzpůsobit potřebám jednotlivých uživatelů. Příkladem je přednastavení zpráv sumarizující průběh operace za jednu směnu nebo za stanovený počet hodnot.

V rámci optimalizace procesu byly navrženy dvě zprávy pro standardizovanou vizualizaci dat. První zpráva znázorněná na obrázku *Obrázek 11* je určena k vizualizaci hodnot v rámci jednoho sledovaného parametru. Celkem jsou zde vyobrazeny tři textové části v podobě tabulek. V těch jsou zobrazeny identifikační údaje použitých K-klíčů. Dále je report






doplňen o dvě grafické vizualizace, tedy o K-klíče v rozsahu K8000 – K8999. V první je uveden histogram četností zobrazující skladbu hodnot dle jejich rozložení. Druhá grafika znázorňuje pravděpodobnostní síť. Tento formulář může být určen např. pro pracovníka šroubové laboratoře, který vyhodnocuje chování procesu v rámci daného spoje.

Druhá zpráva znázorněná na obrázku *Obrázek 12* je určena k sumarizaci průběhu chování procesu pro více spojů. Procesy jsou zde hodnoceny pomocí indexů způsobilosti c_p , c_{pk} . Hodnocení procesu je graficky usnadněno pomocí barevných šipek.

 ŠKODA			
Název spoje Fixační šroub		Počet spojů 2	Díl ident 05
Jmen.hodn. 4,0	Moment a úhel	Znak ozn. 01/2013	
			
Pevnostní třída E.8	Rozměr M6x16	Díl čís. N 106 483.01	
Kategorie spoje C	Stupeň jakosti AD 16	Číslo POM výkresu TAB 008 755	TLD: ---
			
Závod Výroba vozů MB	Výr. zak. ZN - A05	Provoz Montáž náprav	
Zk.zař.čís.	Zk.zař.ozn.	Operace 130	
Akt. dat. 3.4.2013 17:00:18	Email: petr.hrdy@skoda-auto.cz	Zpracoval Petr Hrdý	

Obrázek 11: Návrh standardizovaného reportu pro jeden spoj

Zdroj: Vlastní tvorba

		<h1>Analýza způsobilosti</h1>						
Závod : M1		Odd./Kst./Výr. GQA		Zpracoval jméno Hrdý Petr		Aktuální datum 3.5.2013		
Nákladové středisko :								
Díl ozn.	Znak č.	\bar{x}	s	Index	Index	Celková kvalita	Průběh měření: Hodnot	Histogram: Hodnoty
PN A5	Dutý šroub	19,9430	0,30	$C_m = 3,31$	$C_{mk} = 3,25$	↑		
PN A5	Fixační šroub	19,9492	0,31	$C_m = 3,22$	$C_{mk} = 3,17$	↑		
PN A5	Hnací hřídele A5	19,9956	0,25	$C_m = 3,98$	$C_{mk} = 3,97$	↑		
PN A5	NT horní rameno	20,0444	0,31	$C_m = 3,19$	$C_{mk} = 3,14$	↑		
PN A5	NT dolní rameno	20,0088	0,31	$C_m = 3,23$	$C_{mk} = 3,22$	↑		

Obrázek 12: Návrh standardizovaného reportu pro souhrnnou zprávu za více spojů

Zdroj: Vlastní tvorba

3.4 Standardizace masek

Navrženou standardizovanou strukturu K-klíčů bylo třeba implementovat do grafické podoby masek dílu, znaku a hodnot. Pro tento krok byl opět použit modul Formulátor. Jeho druhá část umožňuje upravit základní nastavení masek, tzn. přidat či odebrat pole jednotlivých K-klíčů. Nově navržená maska dílu je uvedena na obrázcích níže. Na obrázku *Obrázek 13* je znázorněna maska dílu, kde jsou jednotlivá pole označena číslem K-klíče.

Obrázek 13: Maska dílu s K-klíči

Zdroj: Vlastní tvorba

Na obrázku *Obrázek 14* je zachycena maska, kde jsou pole označena příslušným názvem.

Obrázek 14: Maska dílu s názvem K-klíčů

Zdroj: Vlastní tvorba

3.5 Specifikace parametrů určených k dlouhodobé archivaci

Dalším provedeným krokem byla specifikace požadovaných parametrů, pro které je třeba dlouhodobě archivovat naměřené hodnoty v již dříve zmíněném systému CMOD. Na základě osobních setkání se zástupci jednotlivých zainteresovaných oddělení byly zjištěny požadavky na parametry, pro které je třeba archivovat naměřené hodnoty. Požadavky byly zpracovány a dle nich byla navržena struktura pro dlouhodobou archivaci. Byly ponechány pouze údaje charakterizující provedenou výrobní operaci a konečné naměřené hodnoty. V porovnání s předchozím stavem tak došlo ke značné redukci archivovaných hodnot, avšak bez jakýchkoliv negativních důsledků.

Na obrázku *Obrázek 15* je zobrazen příklad archivace dat dle nově specifikovaných parametrů. Ty jsou uvedeny ve sloupcích oddělených tabelátorem. Jedná se o datum a čas provedení operace, výsledný moment a úhel dotažení, celkový status hodnotící průběh operace, utahovací program, dle kterého byla operace provedena, a identifikaci utahovaných spojů.

KNR: 4814131						
linka: Sadná náprava A5; datum svýžený: 2013.11.2 15:46:03; sorta: 0000						
datum	moment	úhel	status	prog	spoj	
26.11.2010 15:22:46	166.949	89.7659	OK	1	EN B6 51.0.0.0 - Spojovací tyč - Rám	
26.11.2010 15:22:57	164.576	89.7659	OK	1	EN B6 51.0.0.0 - Spojovací tyč - Rám	
26.11.2010 15:25:20	42.9914	43.2173	OK	1	EN B6 52.0.0.0 - Stabilizátor - Rám	
26.11.2010 15:25:24	38.3645	43.2173	OK	1	EN B6 52.0.0.0 - Stabilizátor - Rám	
26.11.2010 15:25:33	40.9671	43.5774	OK	1	EN B6 52.0.0.0 - Stabilizátor - Rám	
26.11.2010 15:25:38	41.0635	42.1369	OK	1	EN B6 52.0.0.0 - Stabilizátor - Rám	

Obrázek 15: Archivace dat v systému CMOD

Zdroj: Vlastní tvorba

3.6 Očekávaný následný postup

Stávající stav dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje je vhodné optimalizovat v návaznosti na zjištěné skutečnosti a nabyté poznatky. Je potřeba prohloubit spolupráci mezi odděleními, která jsou zainteresována v procesech utahování šroubových spojů a dokumentace sledovaných parametrů. Jedná se o zástupce šroubové laboratoře, která má na starost strategii vyhodnocování způsobilosti procesu utahování šroubových spojů, zástupce oddělení kvality a řídicí pracovníky montáže motorů, náprav a převodovek.

Dalším nezbytným krokem je edukace zainteresovaných osob. Je potřeba vysvětlit důvody prováděné optimalizace, přínosy i potencionální rizika. Je nezbytné zmínit přínosy jak pro společnost ŠKODA AUTO a.s., tak pro zaměstnance z hlediska usnadnění jejich pracovní náplně. Vzniká zde riziko, že ne všichni zaměstnanci budou ochotni, z důvodu obavy o své pracovní místo a budoucí zařazení, spolupracovat při zavádění optimalizovaného řešení, popřípadě jejich nasazení nebude vysoké. Toto riziko je nutné eliminovat včasnou a průběžnou informovaností dotyčných pracovníků podpořenou vhodnou nabídkou pracovní příležitosti v rámci společnosti.

Před nasazením řešení do ostrého provozu je nutné dbát na důkladné otestování s cílem eliminovat dosud nezachycené nedostatky. Neméně důležitou oblastí je proškolení všech dotčených zaměstnanců v oblasti užívání softwarového vybavení od společnosti Q-DAS.

3.7 Přínosy optimalizovaného řešení

Zavedení standardizovaného formátu do procesu dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje přináší řadu výhod.

- Standardizovaný datový formát umožní snadnou analýzu výrobního procesu. Lze tak snadno a rychle odhalit vznik odchylek a provést patřičná opatření k jejich odstranění. V rámci analýzy procesu je také možné porovnávat naměřené hodnoty dle mnoha kritérií. Příkladem je porovnávání výkonnosti pracovníků, vytíženosti montážních linek, resp. výrobních zařízení nebo četnosti výskytu chyb u montážního postupu v závislosti na utahovacím zařízení.
- Možnost porovnání dat je přínosná i pro hodnocení kvality dodávaných výrobních komponent. Příkladem je nasazení nové šarže šroubů od nového dodavatele. Díky standardizovanému datovému formátu je možné zjistit, zda je s nově užívanými šrouby dosahováno hodnot utažení menšího rozptylu a blíže jmenovité hodnotě, než v případě dříve užívaných šroubů. Lze tak zvýšit kvalitu výroby a zároveň snížit četnost nutných repasí.
- Nasazení jednotného datového formátu urychlí celkový proces zpracování dat. Data jsou rychleji dostupná ke zpracování a k vizualizaci. Je tedy možné provádět rychleji operativní zásahy do výrobního procesu.
- Využívání standardizovaného datového formátu umožňuje zpracování a vizualizaci dat pomocí jednotného software. Odpadají tak vysoké náklady za užívání licencí, které byly nasazeny v původním řešení. Zároveň je ekonomicky výhodnější užívat celopodnikovou licenci. Ta opravňuje společnost ŠKODA AUTO a.s. k instalaci software na neomezený počet počítačů. Celopodniková licence je sice v porovnání s licencemi vázanými na daný počítač několikanásobně dražší, avšak při vysokém počtu počítačů, na které je třeba nainstalovat jednotný SW, vychází ekonomicky výhodněji.

- Dalším přínosem standardizovaného datového formátu je vyčlenění externích firem z procesu dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje, neboť odpadají procesy konverze dat. Dochází tedy k finanční úspoře za poskytované služby. Zároveň odpadá závislost společnosti ŠKODA AUTO a.s. na externích firmách.
- Využití standardizovaného datového formátu vede ke zjednodušení procesu archivace dat v systému CMOD, neboť princip archivace je obdobný bez ohledu na charakter výrobní operace. Zároveň je možné přesně specifikovat, pro které parametry budou hodnoty archivovány. Dochází tak ke snížení potřebné datové kapacity a souvisejícím úsporám za technickou infrastrukturu.
- Užití standardizovaného datového formátu zjednodušuje proces sledovaných parametrů pro šroubové spoje. Je tedy možné snížit počet potřebných zaměstnanců a tím snížit mzdové náklady.

Závěr

Velké výrobní podniky se v současné době neobejdou bez automatizace výrobních postupů. Jedním ze základních předpokladů efektivní výroby je možnost rychlé analýzy výrobního procesu na základě dostupných výrobních dat. Vzhledem k množství produkce a velkému počtu montážních operací potřebných k výrobě automobilu je nezbytné sbírat výrobní data pomocí automatizovaných postupů. Přestože jsou zařízení určená k výrobním operacím odlišná, je nezbytné při zavádění automatického sběru dat postupovat komplexně a zohledňovat provázanost dílčích výrobních postupů.

V rámci mé diplomové práce byl zmapován stávající způsob dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje. Na základě provedené analýzy byly identifikovány hlavní nedostatky současného stavu dokládající nezbytnost optimalizace současného způsobu dokumentace sledovaných parametrů pro šroubové spoje. Byl vytvořen návrh struktury standardizovaného datového formátu pro export naměřených hodnot z výrobních zařízení. Zároveň byly navrženy možnosti využití standardizovaného datového formátu. Jedná se o způsob vizualizace výrobních hodnot pomocí unifikovaných grafických reportů a sjednocení masek dílu, znaku a hodnot, které jsou užívány v programech od společnosti Q-DAS. Tyto programy pracují s Q-DAS ASCII® transfer formátem, který byl užit pro standardizaci struktury datového formátu.

Export naměřených hodnot z výrobních zařízení ve standardizovaném datovém formátu s sebou nese řadu pozitiv. Ta se dají rozdělit dle jejich charakteru na technické a ekonomické. Do první skupiny patří možnost statistického řízení procesu. To umožňuje sledovat výrobní proces v reálném čase a v případě vzniku odchylky je možné provést operativní zásahy vedoucí k nápravě. Další přínosem je možnost rychlého vyhodnocení, zpracování a vizualizace jednotným způsobem. Standardizovaný datový formát napomáhá k unifikaci postupů dlouhodobé archivace výrobních dat.

Vzhledem k velkému rozsahu možného využití optimalizovaného řešení je obtížné vyčíslit ekonomický přínos. K užítí standardizovaného datového formátu postačuje jeden software pro zpracování, vyhodnocení a vizualizaci dat. Díky tomu dochází k úspoře nákladů za

užívání licencí. Zároveň dochází ke zjednodušení procesu dokumentace sledovaných parametrů. Lze snížit počet zaměstnanců a uspořít tak související mzdové náklady. V optimalizovaném řešení již nejsou využívány služby externích společností, vznikají tak úspory ve výši nákladů na pořízení poskytovaných služeb.

Citovaná literatura

[1]. **DRUCKER, Peter F.** *Postkapitalistická společnost*. Praha: Management Press, 1993. ISBN 80-85603-31-4.

[2]. **NONAKA, Ikurijo a TAKEUCHI, Tokyo Hirotaka.** *The Knowledge-Creating Company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York: Oxford University Press, 1995. ISBN 978-0195092691.

[3]. **SENGE, Peter M.** *Pátá disciplína: Teorie a praxe učící se organizace*. Praha: Management Press, 2009. ISBN 978-80-7261-162-1.

[4]. **TRUNEČEK, Jan.** *Management znalostí*. Praha: C. H. Beck, 2004. ISBN 80-7197-884-3.

[5]. **MLÁDKOVÁ, Ludmila.** *Moderní přístupy k managementu: tacitní znalost*. Praha: C. H. Beck, 2005. ISBN 80-7179-310-8.

[6]. **BUREŠ, Vladimír.** *Znalostní management a proces jeho zavádění*. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 978-80-247-1978-8.

[7]. **HRONÍK, František.** *Rozvoj a vzdělávání pracovníků*. Praha: Grada Publishing a.s., 2006. ISBN 978-80-247-1457-8.

[8]. **HOŘEJŠÍ, Jaroslav.** <http://blog.aktualne.centrum.cz/>. [Online] 7. Únor 2010. [Citace: 10. Březen 2013.] Dostupné z: <http://blog.aktualne.centrum.cz/blogy/jaroslav-horejsi.php?itemid=8853>.

[9]. **SKLENÁK, Vilém.** *Data, Informace, znalosti a Internet*. Praha: C. H. Beck, 2001. ISBN 80-7179-409-0.

[10]. **KUČEROVÁ, Helena.** <http://web.sks.cz/>. [Online] 27. 12 2012. [Citace: 20. 1 2013.] Dostupné z: <http://web.sks.cz/users/ku/ZIZ/inform1.htm>.

- [11]. **ROSICKÝ, Antonín.** *Informace a systémy. Základy teorie pro úspěšnou praxi.* Praha: Oeconomia. ISBN 9788024516295.
- [12]. **AWAD, Elias a GHAZIRI, Hassan.** *Knowledge management.* místo neznámé : Dorling Kindersley Pvt. Ltd., 2007. ISBN 978-81-317-1403-4.
- [13]. **CAHA, Milan.** <http://www.systemonline.cz>. [Online] 10 2003. [Citace: 20. 1 2013.] Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/automatizovany-sber-vyrobnich-dat.htm>.
- [14]. <http://www.rfidportal.cz>. [Online] Dostupné z: http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne.
- [15]. **SWEENEY, Patrick J.** *RFID For Dummies.* Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2005. ISBN 0-7645-7910-X.
- [16]. **TVRDÍKOVÁ, Milena.** *Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy.* Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2728-8.
- [17]. **LÍN, Tomáš.** <http://www.automatizace.cz>. [Online] 7 2004. [Citace: 20. 1 2013.] Dostupné z: <http://www.automatizace.cz/article.php?a=228>.
- [18]. **TOŠENOVSKÝ, Petr a NOSKIEVIČOVÁ, Darja.** *Statistické metody pro zlepšování jakosti.* Ostrava: Montanex a.s., 2000. ISBN 80-7225-040-X.
- [19]. <http://www.zalohovani.net>. [Online] 25. Říjen 2012. [Citace: 18. Březen 2013.] Dostupné z: <http://www.zalohovani.net/rozdil-mezi-archivaci-a-zalohovanim/>.
- [20]. **VEŠKRNA, Josef.** <http://www.systemonline.cz>. [Online] 8 2001. [Citace: 18. Březen 2013.] Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/zalohovani-a-archivace-dat.htm>.

[21]. **KUČERA, Michal.** <http://lsd.spsejecna.net/>. [Online] [Citace: 10. Březen 2013.]

Dostupné z:

[9http://lsd.spsejecna.net/web/beranek/I3A/Ku%C4%8Dera_Programovateln%C3%BD%20logick%C3%BD%20automat.pdf](http://lsd.spsejecna.net/web/beranek/I3A/Ku%C4%8Dera_Programovateln%C3%BD%20logick%C3%BD%20automat.pdf).

Bibliografie

Interní dokumenty ŠKODA AUTO a.s.

KATZEL, Jeanine. Data Collection Leads to Reduced Scrap, Increased Quality. *Control Engineering*. Duben 2009, stránky 45-47. ProQuest Central. ISSN 00108049.

MITURA, Daniel. <http://www.mescentrum.cz/>. [Online] 2. 5 2012. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/sber-dat/mes/clanky/sber-dat/automatizovany-sber-dat-primo-z-vyroby>.

MOLNÁR, Zdeněk. *Efektivnost informačních systémů*. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-7169-410-X.

PLAČEK, Petr. <http://www.systemonline.cz/>. [Online] 8 2009. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/uvod-do-automatizovaneho-sberu-dat-ve-vyrobe.htm>..

ŘEPA, Václav. *Podnikové řízení, procesní řízení a modelování*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-2252-8.

SCHUETZ, George. Data Collection Goes Wireless. *Modern Machine Shop*. Říjen, Říjen 2012, stránky 54, 56. ProQuest Central. ISSN 00268003.

SKOPALÍK, Slavomír. <http://www.odbornecasopisy.cz/>. [Online] 2004. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=32367.

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Havlíčkův Brod: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3611-2.

Seznam příloh

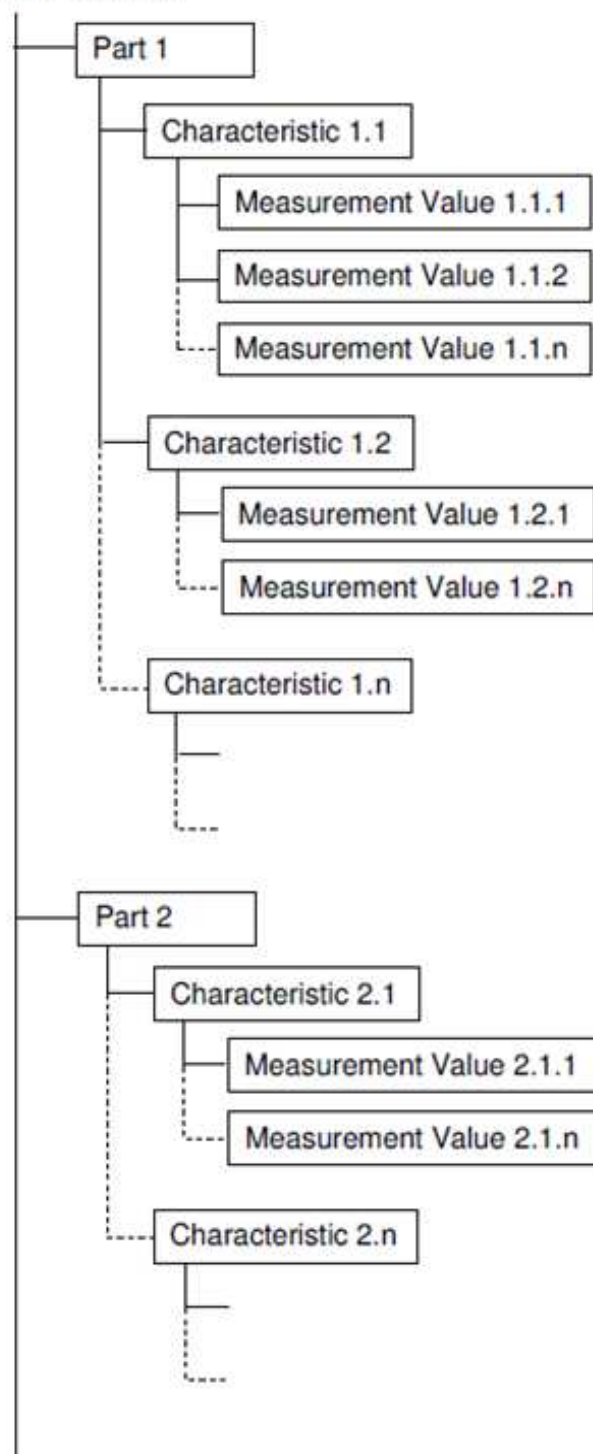
Příloha A: Struktura Q-DAS ASCII® transfer formátu

Příloha B: Strategie vyhodnocování způsobilosti výrobních procesů v software Q-DAS

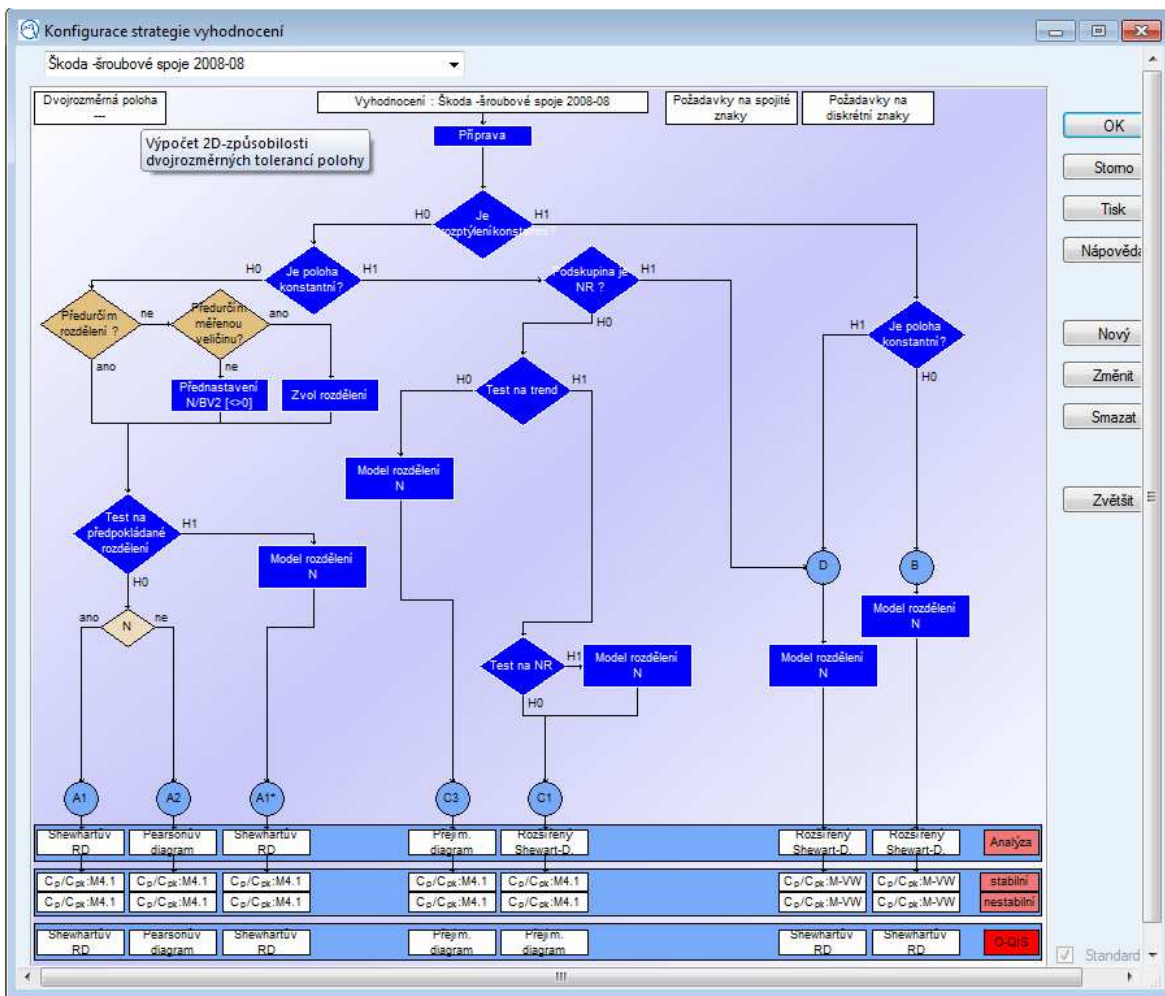
Příloha C: Norma VW 0-11-10

Příloha D: Příklad užívaných šroubových spojů na montáži náprav

Example (tree structure):



Příloha B



Příloha D

Kliknutím přidáte záhlaví.

Přehled šroubových spojů - linka předních náprav SK 25x (Fabia, Roomster, Rapid) str.2260

spoj			spojovací díl			utahovací předpis			dokumentace			
op.	číslo PDM	kategorie šroubového spoje	název spoje	číslo spojovacího dílu	rozměr	pevnostní třída	stupeň jakosti	moment utažení (Nm)	moment předdotažení (Nm)	úhel dotažení (°)	TLD list	způsob dokumentace
25	5J0 400*	A	rám - rameno zespoda	šestihranný šroub N 102 622 02	M12x1,5x70	10.9	AW 12	-	70 ± 5,25	90 ± 5	402 014 V1	M _A , W _A
	šestihranná matice N 015 081 6			M12x1,5	10							
	šestihranný šroub N 105 524 02			M12x1,5x70	10.9							
	šestihranná matice N 015 081 6			M12x1,5	10							
25	5J0 400*	A	rám - řízení	šestihranný šroub N 104 921 02	M10x84	10.9	AW 11	-	50 ± 7,5	90 ± 15	402 014 V1	M _A , W _A
	6R0 423*			šestihranný šroub N 104 692 02	M10x105	10.9		-	50 ± 7,5	180 ± 15	-	
	6C0 423*									402 006 V1		
25	6Q0 199*	A	rám - momentová vzpěra	šestihranný šroub N 909 830 02	M10x61	8.8	AW 11	-	40 ± 6	90 ± 15	103 004 V1	M _A , W _A
	6R0 199*											
40	5J0 400*	A	rám - rameno	šestihranný šroub N 904 840 04	M12x1,5x82x36	10.9	AW 12	-	70 ± 5,25	90 ± 5	402 014 V1	M _A , W _A
	6R0 400*			šestihranný šroub N 106 405 01	M12x1,5x80x36	10.9						
40	5J0 400*	A	rám - stabilizátor	šestihranný šroub N 101 389 05	M8x60	8.8	AW 11	-	20 ± 3	90 ± 15	-	M _A , W _A
	6R0 400*									401 024 V1		
50	5J0 400*	A	spojovací tyčka - stabilizátor	šestihranná matice N 102 613 10	M10	8	AD 18	40 ± 6	-	-	-	M _A
	6R0 400*									401 024 V1		
*) Fabia/Roomster - PDM 5J0 400, 6Q0 199												
Rapid SK251 - PDM 6R0 400, 6R0 199												
Rapid SK253 - PDM 6C0 423												